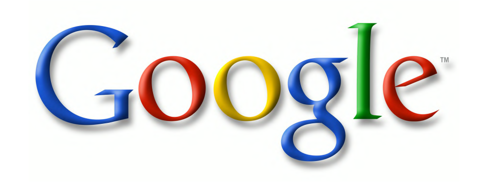




LA RÉTINE

DE L'HOMME ET DES VERTÉBRÉS

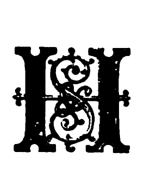
MÉMOIRE

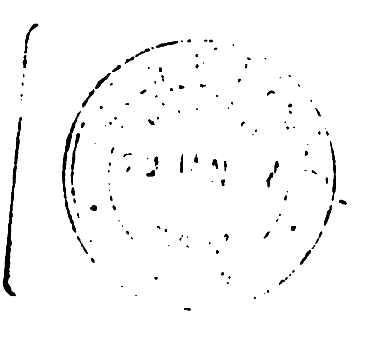
HISTOLOGIQUE, HISTORICO-CRITIQUE ET PHYSIOLOGIQUE

PAR

ADOLPHE HANNOVER

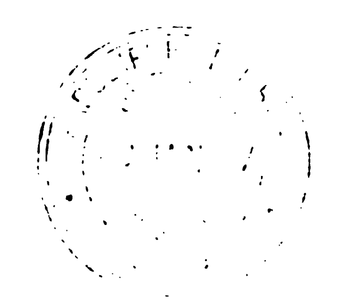
AVEC SIX PLANCHES GRAVÉES





COPENHAGUE
ANDR. FRED. HÖST & FILS ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES
1876

IMPR. DE SALLY B.-SALOMON.



En commençant ce travail, il y a plus de cinq ans, je ne croyais pas qu'il dût prendre un aussi grand développement. En effet, je me proposais seulement alors de rechercher les rapports exacts des cellules et notamment des gaînes du pigment, dont j'avais le premier signalé l'existence, aux bâtonnets et aux cônes. Toutefois je ne tardai pas à reconnaître que le pigment ne pouvait plus être assimilé à la choroïde, mais qu'il constituait une partie essentielle de la rétine. Je fus ainsi conduit à examiner l'une après l'autre les différentes couches de la rétine, et, en dernière analyse, à soumettre toute la rétine des vertébrés à une observation nouvelle.

Tandis que, dans mon premier mémoire sur la rétine, publié en 1840, j'avais examiné plusieurs animaux différents, je résolus de m'en tenir cette fois à la description d'un seul animal de chaque classe des vertébrés, et choisis à cet effet le *brochet,* la *grenouille*, la *poule* et *l'homme*, les recherches entreprises sur beaucoup d'autres animaux, et sur lesquelles on trouvera également des renseignements, ne devant servir qu'à éclaircir les premières. Ce n'est pas sans quelque hésitation que j'ai choisi l'homme; car je prévoyais que, quelle que fût l'assistance que je trouverais auprès de plusieurs de mes collègues, je ne pourrais pas toujours compter sur des matériaux assez nombreux ni assez frais; mais, d'un autre côté, la connaissance de la rétine de l'homme était en définitive le but que je devais chercher à atteindre par mes recherches sur la rétine des autres vertébrés. Les objections que j'avais émises contre l'emploi d'yeux artificiellement préparés au lieu d'yeux frais et chauds, n'étaient pas complètement levées, il est vrai, mais elles avaient perdu de leur force, grâce à une plus longue expérience; seulement, il faut toujours avoir soin de rapporter aux conditions normales de l'état frais l'état produit par la préparation dans les parties élémentaires de l'œil. C'est à quoi on n'a pas toujours eu égard dans les nombreuses recherches sur la rétine qui ont été publiées dans les 30 dernières années; aussi trouve-t-on décrites beaucoup de formes qui ne concordent pas avec les

normales. On peut en dire autant des dessins qui s'y rapportent; outre qu'ils laissent souvent beaucoup à désirer au point de vue artistique, on rencontre fréquemment parmi eux des formes qui peuvent bien se présenter dans la multitude des images microscopiques, mais qui ne sont pas toujours choisies avec un discernement suffisant ou en ayant égard, comme il le faudrait, à l'état frais. A cela vient s'ajouter une autre circonstance, à savoir l'usage exagéré de très forts grossissements. En employant des grossissements de plus en plus forts, on croyait pouvoir surmonter les difficultés de l'observation, et on espérait arriver, par cette voie, à pénétrer complètement l'essence des parties élémentaires, de manière à être ensuite à même d'expliquer l'activité de la rétine. Mais cet espoir a été déçu. Le pouvoir de nos microscopes a une limite; la dépasse-t-on, on obtient bien une grande image, mais c'est aux dépens de la clarté, et, en réalité, on perd plus qu'on ne gagne.

L'avenir montrera jusqu'à quel point j'ai réussi à éviter ces écueils dans la partie histologique de mon mémoire. Je me suis efforcé de représenter les parties élémentaires de la rétine, telles qu'elles se comportent à l'état normal. Dans ce but, j'ai d'abord observé l'œil frais et chaud, et me suis ensuite servi des préparations. Pour ces dernières, je m'en suis tenu à l'acide chromique dilué, que j'ai introduit en 1840 dans la microscopie, et auquel sont revenus aujourd'hui la plupart des observateurs, après avoir employé un grand nombre d'autres réactifs pour le traitement et l'analyse de l'œil. Il est presque impossible de faire des tranches minces de la rétine sans que l'œil soit durci. La connaissance du degré de durcissement convenable ne s'acquiert que par l'habitude, et encore est-on souvent déçu en trouvant moins bien conservé tantôt un élément, tantôt un autre, suivant la résistance qu'il oppose au réactif. Il faut des recherches de tous les jours pour apprendre à connaître ces différences; pour les petits yeux, on se sert d'une solution plus faible, et pour les grands yeux entourés de dures membranes, d'une solution plus concentrée; le durcissement dans la première de ces solutions demande plus de temps que dans la seconde. La solution que j'ai employée a aussi varié de 20 à 30 parties d'eau ou davantage pour 1 partie d'acide chromique, et le temps pendant lequel l'œil y est resté plongé, de quelques jours à plusieurs mois. Lorsque les bâtonnets et les cônes se maintiennent en bon état, on peut être assez certain que les autres parties sont également bien conservées. La différence de grandeur que présentent les éléments de différents yeux de la même espèce d'animal, n'est peut-être pas exclusivement due à l'action de l'acide chromique. Pour pratiquer de fines coupes verticales (de préférence en forme de secteur, d'après l'indication de M. H. Müller pour obtenir des épaisseurs différentes), je me suis servi d'un scalpel ordinaire et d'un appui en bois dur poli, et, en opérant sur de bonnes préparations, j'ai pu ainsi diviser une étendue d'un millimètre en plus de 10 tranches verticales pouvant toutes servir à l'observation. Les coupes, qu'il faut faire en partie de dehors, en partie de dedans avec la choroïde comme base, sont ensuite conservées

dans la glycérine entre deux plaques de verre qui joignent hermétiquement. La glycérine ne produit aucun changement dans les tranches une fois durcies, mais elles ne supportent aucune addition d'acide chromique. Je possède une collection de préparations qui ainsi conservées, se sont maintenues intactes pendant plusieurs années.

J'ai suivi le même plan pour les dessins, ayant d'abord représenté les formes normales et ensuite celles qui avaient été produites par la préparation, et qui éclaircissaient les premières. Par contre, j'ai évité toutes les figures schématiques; on se laisse facilement entraîner sur une pente dangereuse, en ayant constamment sous les yeux un schema d'après lequel on cherche à interpréter les résultats de l'observation. Pour dessiner, je me suis toujours servi de la chambre claire, qui fournit le moyen le plus sûr d'obtenir le contour exact d'un objet avec un grossissement donné; mais cet instrument n'est pas encore aussi répandu qu'il le mérite, bien qu'il ne faille que peu d'exercice pour en apprendre l'usage. En général, je regarde comme une chose extrêmement importante de dessiner ce qu'on observe; on est forcé de soumettre un objet à un examen bien plus approfondi pour pouvoir le reproduire par le dessin, et c'est seulement lorsque l'objet et l'image sont complètement identiques, qu'on a quelque certitude d'avoir observé et interprété exactement. Mes dessins ont ensuite été gravés sur cuivre par M. le professeur Magnus Petersen avec la fidélité et l'habileté qui distinguent tous ses travaux.

Le grossissement avec lequel j'ai opéré d'ordinaire n'est que de 340. Bien qu'avec mon microscope, je puisse obtenir un grossissement de 2500, je n'ai employé que très rarement un grossissement plus fort ou une lentille d'immersion, et alors seulement comme moyen de contrôle, jamais pour l'observation proprement dite; ce n'est que dans un petit nombre de cas qu'un fort grossissement m'a fourni plus d'éclaircissements que je n'en avais obtenu avec celui de 340.

Dans la deuxième partie de mon mémoire, j'ai d'abord donné un aperçu général des faits constatés par moi. Ensuite, relativement aux observations faites par d'autres auteurs, j'ai relevé celles qui ont servi de base aux miennes, ou qui m'ont conduit à d'autres résultats que mes prédécesseurs, sans pourtant donner un exposé historique complet de l'histologie de la rétine. Entre les observateurs, M. H. Müller, qu'une mort prématurée a enlevé à la science, n'a pas encore été surpassé en ce qui concerne les observations elles-mêmes, et celui-là seul qui a consacré plusieurs années à l'étude de la rétine, peut pleinement apprécier ses célèbres recherches sur la rétine de l'homme et des vertébrés, ainsi que les difficultés qu'il a eu à surmonter pour signaler les erreurs de mon premier mémoire sur la rétine, lequel, suivant ses propres termes, était fort estimé et même admiré. Par contre, pour ce qui regarde les résultats physiologiques contenus dans son mémoire, et que M. Schultze a développés plus tard au point de vue de la signification des bâtonnets et des cônes, je n'ai pu le suivre, mais me suis entre autres assigné pour tâche principale *de renverser la théorie de M.M. Müller et Schultze sur les bâtonnets et les cônes, considérés comme des*

organes nerveux et comme constituant les extrémités proprement dites du nerf optique, sans cependant, comme on le verra, que j'aie cherché à y substituer la théorie dite catoptrique que j'avais proposée antérieurement aux travaux de M. Müller. Rien n'a plus retardé notre connaissance de la structure de la rétine que la circonstance, que beaucoup d'observateurs, sinon la plupart d'entre eux, ont voulu tirer immédiatement des résultats physiologiques de leurs observations microscopiques avant que l'exactitude en eût été bien reconnue, et, ce qui est pire, ont accommodé les observations à une théorie, comme avec les figures schématiques.

Bien que la terminologie de la rétine pût bien avoir besoin de quelques changements, j'ai cependant suivi celle qui est en usage, et n'ai introduit qu'une dénomination nouvelle, celle de *Membrana intermedia,* dans la division des couches de la rétine. Les couches et les éléments de la rétine seront examinés dans l'ordre suivant, de dehors en dedans, dans la partie histologique de mon mémoire:

1. Stratum pigmenti.
2. Stratum bacillorum et conorum.
3. Membrana limitans externa.
4. Stratum granulatum externum.
5. Membrana intermedia.
6. Stratum granulatum internum.
7. Stratum granulosum.
8. Stratum cellularum cerebralium.
9. Stratum fibrarum cerebralium.
10. Fibræ radiales.
11. Membrana limitans interna.

I

PARTIE HISTOLOGIQUE.

RÉTINE DU BROCHET.

PLANCHE I.

I. Stratum pigmenti.

Les cellules du pigment, sur la surface interne de la choroïde, sont presque aussi caduques et presque aussi fortement influencées par les agents extérieurs que les bâtonnets et les cônes, chose qu'on n'avait en général pas supposée jusqu'ici. L'examen en demande par suite tout autant de soin, et on n'en peut reconnaître la structure, qu'en observant les altérations qu'elles subissent, et en comparant les cellules ainsi altérées aux cellules dans leur état naturel.

La cellule du pigment forme une haute colonne membraneuse et très molle, qui devient hexaèdre par la pression des cellules les unes contre les autres; aussi la coupe en est-elle régulièrement hexagonale lorsqu'elles se pressent mutuellement, mais se rapproche-t-elle d'un cercle ou d'un ovale, à mesure qu'elles sont plus isolées; toute la colonne s'élargit alors de plus en plus, et il devient à la fin impossible d'en distinguer la forme au milieu de la masse noire irrégulière. L'extrémité de la colonne qui regarde la choroïde, présente une surface plane ou légèrement arrondie (Fig. 1, a); elle est claire et semble bien être solide, mais extrêmement molle; quelquefois cependant, on peut y voir un petit globule luisant incolore, ou quelques grosses gouttes claires, mais je n'y ai pas trouvé de noyau particulier, même après le traitement par l'acide acétique ou l'acide chromique, bien que ces réactifs rendent toute cette partie plus distincte et un peu plus grande et plus large. Le reste de la colonne est formé d'une membrane incolore ou légèrement colorée en brun, finement plissée ou cannelée dans le sens de sa longueur,

mais paraît noir, parce que toute la colonne est remplie de molécules noires ou plutôt brunes très foncées de pigment, qui sont suspendues au sein d'un liquide visqueux et collées à la surface interne de la membrane. La limite entre cette partie et la partie claire est bien marquée; cependant on observe ordinairement entre elles une légère gradation, ou la limite s'efface complètement lorsque les molécules du pigment ont pénétré dans la partie claire, et la colonne entière paraît alors noire, à l'exception toutefois du bord extérieur, qui en général reste plus clair. Si la partie claire de la colonne est arrachée, l'extrémité de celle-ci est irrégulière ou frangée, elle est dépourvue sur une étendue plus ou moins grande de ses molécules de pigment, qui se sont échappées, et paraît par suite plus claire que la partie restante.

La partie noire de la colonne, qui a une hauteur notable et constitue la masse principale de la cellule du pigment, a une singulière tendance à se séparer un peu au-delà du milieu en deux parties, avec un ou deux prolongements qui se pénètrent mutuellement, comme les doigts des deux mains introduits les uns entre les autres (Fig. 1, b). Dans la moitié extérieure, qui semble avoir une structure un peu plus solide, on trouve en dehors une goutte claire, légèrement teintée en violet, qu'on n'aperçoit que très rarement et avec beaucoup de difficulté, et qui ne peut être observée que lorsque les molécules du pigment se sont par hasard éloignées de la place qu'elle occupe (Fig. 4, a). Cette goutte violette correspond, suivant toute apparence, à la goutte jaune que nous trouverons dans la cellule du pigment de la grenouille. J'ai rencontré des gouttes semblables chez la morue et l'anguille. La moitié intérieure plus grande porte ou forme les gaînes où plongent les pointes des bâtonnets et des cônes.

La moitié intérieure a en effet la forme d'un calice avec un long tube et six dents; dans le calice plonge un cône. Cependant ce calice commun n'entoure pas directement le cône; car les pointes de ce dernier ont chacune leur gaîne à part, ce qu'on a l'occasion d'observer sur des cônes isolés dont les pointes peuvent être chacune entourées d'une gaîne, tandis que leurs extrémités sont libres (Fig. 3, e), ou dont on voit un morceau de la gaîne au milieu de l'intervalle entre les deux pointes (Fig. 3, a); il y a même plusieurs couches de membranes autour des pointes des cônes. Les dents de la gaîne commune commencent à l'endroit où les pointes du cône se joignent au corps. De ses six dents, deux s'élèvent le long des deux sillons longitudinaux du corps du cône, et les quatre autres sont disposées deux par deux de chaque côté, de sorte que le corps du cône se présente couvert de trois dents, les trois autres étant sur le côté opposé (Fig. 4, c). La membrane qui constitue la gaîne et ses dents est finement plissée suivant sa longueur; c'est ce qu'on voit clairement par les empreintes longitudinales que présentent quelquefois les pointes des cônes, immédiatement après avoir été retirées du calice (Fig. 3, a); de plus, toute la gaîne et les dents deviennent beaucoup plus larges, lorsque le cône lui-même s'est élargi par suite d'influences extérieures. La

membrane elle-même est incolore ou légèrement teintée en brun, lorsque les molécules du pigment ont été enlevées en tout ou en partie. Si les cellules du pigment ont été conservées dans l'acide chromique, où elles gardent assez bien leur forme sans devenir plus larges, les dents sont plus raides et ont de la tendance à se diviser en plusieurs dents de longueur inégale (Fig. 4, a), ce qui provient peut-être d'une rupture lorsque le cône s'élargit. A l'état frais, au contraire, après que le cône a été retiré de son calice, les dents se referment de manière à présenter la forme d'un bouton de fleur, et leur union peut être si étroite, qu'on n'y voit plus de trace de leur séparation antérieure; la cellule entière du pigment perd peu à peu en longueur ce qu'elle gagne en largeur, et peut devenir beaucoup plus large que le cône ou ses pointes (Fig. 4, b).

Quoique le corps d'un cône jumeau soit en général entouré de six dents, on rencontre cependant aussi des cellules de pigment bien conservées qui n'en ont que trois (Fig. 4, b). La raison en est soit que les dents se sont réunies deux à deux, de même que toutes les six peuvent s'unir ensemble, soit que les gaînes des cellules du pigment munies seulement de trois dents, appartiennent aux cônes ronds, qui ne sont pas jumeaux.

Les dents qui entourent le corps du cône sont, il est vrai, bien limitées et, à l'état normal, couvertes de molécules de pigment; mais l'apparence est la même que si la membrane incolore des dents se continuait intérieurement autour du corps du cône, et donnait ensuite naissance au prolongement rectangulaire qui s'étend jusqu'à la Membrana limitans externa, et que nous décrirons plus tard. Ce qui semblerait le confirmer, c'est que des pointes des dents, on peut voir de fines lignes sillonner le corps du cône, caractère qui est encore bien plus distinct chez d'autres poissons, par exemple le hareng, où les prolongements des dents s'étendent sur le corps entier du cône.

Il est difficile d'apercevoir les gaînes du pigment autour des bâtonnets. Cela vient de ce qu'elles ne sont que très faiblement liées à ces derniers, dont la surface est lisse, de sorte qu'ils s'en laissent facilement extraire, leur extrémité extérieure ne tardant pas à s'enrouler; les pointes des cônes ont au contraire une surface plus rugueuse. Cependant on peut rencontrer de courtes gaînes avec des molécules de pigment vers le haut des bâtonnets. D'après leur situation par rapport aux cônes, les bâtonnets doivent d'ailleurs plonger bien plus profondément dans la cellule du pigment, et s'étendre plus loin en dehors que les pointes des cônes; ils vont sans doute jusqu'à l'endroit où l'on voit la cellule du pigment se diviser en deux moitiés, l'une extérieure et l'autre intérieure (Fig. 1, c). Un cône avec une couronne de 12 bâtonnets correspond environ à la coupe transversale d'une cellule de pigment.

Les cellules du pigment présentent une grande variation chez les différents poissons. Chez le hareng, elles ont six dents qui se terminent en une pointe fine, et sont aussi longues que le corps entier du cône. Chez la morue, les cellules du pigment sont très grandes, et les membranes ont des plis fins et multiples; ces plis se fendent en forme

de longues houppes, ce qui est aussi le cas chez le carrelet, l'anguille et d'autres poissons. J'ai également trouvé chez la morue et l'anguille la division mentionnée plus haut de la cellule en une partie extérieure plus sombre et une partie intérieure membraneuse.

2. Stratum bacillorum et conorum.

La zone que les bâtonnets et les cônes forment en coupe verticale, présente un aspect strié qui est dû aux contours longitudinaux de ces corps. Les stries ne sont pas cependant tout à fait uniformes à cause de la transparence variable des diverses parties des cônes et des bâtonnets. Ces parties diffèrent également par la manière dont elles se comportent lorsqu'on les durcit dans l'acide chromique; car les corps des cônes se colorent toujours en jaune plus foncé que les pointes, tandis que les bâtonnets et leurs filaments, ainsi que les filaments de l'extrémité intérieure arrondie des cônes, restent clairs et presque incolores, de sorte que tous ces filaments réunis forment une zone plus claire près de la Membrana limitans externa.

a) **Bâtonnets.**

Un bâtonnet se compose d'une partie extérieure et d'une partie intérieure.

La partie extérieure est un cylindre clair ou un prisme faiblement accentué, à surface très lisse et très brillante (Fig. 1, c). C'est cette partie, et celle-là seule, qui s'altère très-rapidement sous l'action de l'air ou d'autres influences. Je ne m'arrêterai pas à ces altérations, que j'ai déjà décrites et représentées dans le temps[1] et dois supposer connues, mais me bornerai à relever la division transversale en tranches (disposition en spirale?), qui semble indiquer le mode de structure de toute la partie extérieure du bâtonnet. Il est rare qu'on voie des stries longitudinales dans la partie médiane, ou que tout le bâtonnet se soit élargi un peu.

La partie intérieure est taillée en forme de cône, et se termine intérieurement en un filament délié qui aboutit à la Membrana limitans externa (Fig. 1, d). Le cône se compose d'une substance pâle, mate, uniforme et à grains très fins; le filament est clair et limité de chaque côté par un simple contour. Bien que le cône puisse devenir plus large, ou, quoique rarement, plus long, ces altérations sont cependant d'une tout autre nature que celles de la partie extérieure, ce qui montre également que la substance en est différente. Le cône se brise facilement, et avant que cela arrive, on voit distinctement le point de rupture même sur des préparations toutes fraîches. Lorsqu'il se rompt, on observe, dans quelques cas rares, que le cône reste suspendu à la partie extérieure du bâtonnet par un filament court et délié, qui ne semble pas cependant constituer une

---

[1] A. Hannover, Recherches microscopiques sur le système nerveux 1844, p. 39, Tab. IV, Fig. 52, c.

partie essentielle du bâtonnet. Le filament délié et raide qui part de la pointe du cône n'est, en fait d'altération, exposé qu'à une rupture, de sorte qu'il est difficile d'en déterminer la longueur absolue; cependant l'extrémité du filament peut former un petit renflement lancéolé, et l'on peut rencontrer cette forme aussi bien sur les bâtonnets qui nagent dans le fluide environnant, que sur les bâtonnets in situ plus ou moins éloignés du cône; mais ce renflement n'est pas normal, et il ne faut pas le confondre avec le grain du bâtonnet que porte le filament après qu'à travers la Membrana limitans externa, il a pénétré dans le Stratum granulatum externum, où nous le retrouverons encore.

b) **Cônes.**

Un cône se compose de trois parties: le corps, qui est au milieu; les pointes, qui sont tournées en dehors vers le pigment, et le prolongement, qui est tourné en dedans et aboutit à la Membrana limitans externa.

Le *corps* est un cylindre dont la section transversale est ronde dans quelques cônes et ovale dans d'autres; ces derniers sont les plus nombreux. Extérieurement, le corps présente une surface plane, et est ordinairement limité par deux lignes très fines; intérieurement, il est arrondi, mais la courbure en est modifiée par le prolongement et son contenu (Fig. 1, e). Les cônes de section ovale sont divisés par un sillon longitudinal en deux parties égales, d'où le nom de cône jumeau que je leur ai donné; les cônes à section ronde n'ont pas ce sillon. La substance du corps est bien claire et transparente, mais elle se remplit rapidement de gros grains, et, chose caractéristique, le corps devient en même temps plus large, souvent lancéolé, ou prend la forme d'un cœur allongé (Fig. 3 et 4). Cela vient de ce que la substance en est bien plus molle que celle des bâtonnets; les corps peuvent devenir 2—3 fois plus larges qu'à l'état primitif, et même s'élargir tellement qu'ils couvrent et cachent les bâtonnets environnants, de sorte qu'il semble qu'il n'y a point d'intervalles entre les cônes, ou que les bâtonnets manquent complètement; cet état est aussi en partie dû à la circonstance que les bâtonnets offrent beaucoup moins de résistance que les cônes. Le sillon entre les deux moitiés du corps peut s'effacer entièrement, ou se réduire à une ligne simple ou double (Fig. 3).

Les *pointes* partent de l'extrémité extérieure plane du corps (Fig. 1, f). Il y en a toujours deux; cependant j'ai vu des cônes à section circulaire qui n'en avaient qu'une, mais sans être sûr que ce fût l'état normal (Fig. 3, h). Les pointes ont une forme conique, et l'extrémité pointue en est tournée en dehors vers le pigment, qui, nous l'avons vu, les enveloppe complètement. La longueur en est un peu moindre que celle du corps; la substance en est plus fine, mais la surface, à l'état naturel, plus rugueuse. On y observe quelquefois des stries transversales ou une strie longitudinale (Fig. 3, g). Elles se brisent facilement, ou s'infléchissent de différentes manières ou deviennent plus grêles.

Le *prolongement* part de l'extrémité arrondie du corps et a une forme rectangulaire, son plus long côté mesurant à peu près la même longueur que le corps du cône, tandis

que son plus court côté aboutit intérieurement en ligne droite à la Membrana limitans externa (Fig. 1, g). Il provient d'une capsule très fine qui entoure très étroitement le corps du cône (mais non les pointes), et qui ne devient distincte sur les côtés du corps que lorsqu'ils sont limités par un double contour, ou qu'on voit un intervalle entre la capsule et la masse à gros grains du corps du cône. Le prolongement est, suivant toute apparence, une continuation des gaînes du pigment que nous avons déjà décrites, mais qui deviennent beaucoup plus fines autour du corps du cône. Dans l'intérieur du prolongement se trouvent deux filaments déliés, pâles, toujours lisses et limités par un simple contour, qui partent de l'extrémité intérieure arrondie du corps du cône, et aboutissent en ligne droite à la Membrana limitans externa (Fig. 1, h). Lorsque le prolongement est ouvert, les filaments, devenus libres, se courbent en arc du même côté ou de côtés différents, ou courent si près l'un de l'autre qu'on dirait qu'ils n'en forment qu'un, ou se rompent, de sorte que l'extrémité arrondie du corps du cône semble être munie de deux petites cornes, correspondant chacune à une des moitiés du cône jumeau (Fig. 3, a-g; Fig. 4, c). A l'ordinaire, les filaments ne sont pas séparés du corps du cône, mais en partent directement; cependant ils en sont quelquefois séparés par une fine ligne transversale. Ils sont plus tenaces ou moins fragiles que les filaments des bâtonnets, et résistent mieux aux agents extérieurs. Les deux espèces de filaments sont d'ailleurs étroitement unis à la Membrana limitans externa, et l'on peut aussi en trouver des restes attachés à la surface externe de la membrane, tandis que la partie restante du bâtonnet et du cône est tombée.

Comme je l'ai fait voir dans le temps[1], les bâtonnets et les cônes sont disposés verticalement sur la surface interne de la choroïde, et en connexion étroite avec les cellules du pigment, les cônes occupant chacun le centre d'une couronne de bâtonnets; les cônes à section circulaire sont moins nombreux. Tandis que cette observation ne présente pas grande difficulté, j'ai eu beaucoup de peine à déterminer quelles sont les parties du cône qui sont côte à côte des bâtonnets, ou, pour prendre un point de départ fixe, à préciser où se trouve, à côté du cône, le point de rupture du bâtonnet, ou bien celui où le bâtonnet prend la forme conique. La difficulté vient surtout de ce que les bâtonnets et les cônes ne sont qu'en contact très faible les uns avec les autres, car, les surfaces en étant lisses, ils se déplacent dès qu'on veut y faire une coupe verticale plus étendue. Ce qui l'augmente encore, c'est que les cônes adhèrent au pigment bien plus fortement que les bâtonnets, qui par suite s'en détachent plus facilement, tandis qu'en même temps les cônes et leurs filaments semblent aussi être fixés plus solidement à la Membrana limitans externa que les filaments des bâtonnets. Le déplacement a pour effet qu'on trouve le point de rupture du bâtonnet, tantôt en dedans, tantôt en dehors

[1]) A. Hannover: Recherches microscopiques sur le système nerveux 1844 p. 41.

de l'extrémité intérieure arrondie des cônes. Il faut donc, en mesurant les différentes parties des bâtonnets et des cônes, et en comparant les mesures, déterminer leur situation relative. Mais ici intervient la circonstance que la zone formée par les filaments des bâtonnets et des cônes, a une largeur très variable, ce qui peut provenir soit de la préparation et de la pression du couteau, lorsqu'on fait une coupe, soit de l'action de l'acide chromique, lorsqu'on y durcit la rétine, soit enfin des différentes localités dans les moitiés antérieure et postérieure de la rétine; car la rétine, dans son ensemble, est bien plus épaisse en arrière qu'en avant, différence qui se traduit également dans ses diverses couches. Comme résultat final, j'ai trouvé que le point de rupture des bâtonnets est au niveau de la ligne qui sépare le corps des cônes de leurs pointes. Par suite de cette situation, on voit en coupe verticale des zones de transparence variable: une zone intérieure et seulement formée de filaments de bâtonnets et de cônes, tendus les uns à côté des autres, et une extérieure, essentiellement formée de pointes coniques de bâtonnets et de corps de cônes, qui est foncée, et parfois divisée comme en deux zones, suivant que l'un ou l'autre de ces deux éléments est le plus apparent. Les bâtonnets s'étendent ordinairement bien plus loin en dehors que les pointes des cônes. Tandis que la partie extérieure des bâtonnets et les corps des cônes se touchent presque, il y a entre les formations filamenteuses un intervalle distinct qu'on doit se figurer rempli par un milieu fluide.

3. Membrana limitans externa.

Il ne m'a pas été possible de représenter cette membrane isolée ou vue de face; en coupe verticale, elle apparaît comme une double ligne sombre et assez nette; les lignes ne sont cependant pas parallèles, et forment comme un fil de perles plates et ovales (Fig. 1, i). Elle constitue la limite entre la couche des bâtonnets et des cônes et la couche suivante. Les prolongements des cônes sont fixés à sa surface externe, tandis que les filaments des bâtonnets la traversent.

4. Stratum granulatum externum.

Cette couche est située entre la Membrana limitans externa et la Membrana intermedia, et contient les éléments suivants.

Les filaments des bâtonnets continuent leur marche à travers la Membrana limitans externa, et sont tendus en ligne droite entre cette membrane et la Membrana intermedia, dont ils se détachent cependant facilement, de sorte qu'on peut les voir flotter librement sur les bords d'une préparation, en formant quelques légères sinuosités (Fig. 1, k). Ils sont très fins et très mous, et limités par un simple contour. Sur le côté du filament, et dans le sens de sa longueur, est un grain foncé, ovale, légèrement effilé à ses deux extrémités, d'une structure homogène et sans points distincts dans son intérieur (Fig. 1, l).

La grandeur en varie, ce qui peut-être est dû en partie aux différentes localités de la rétine, en partie à la méthode de préparation. Le grain est très rapproché, mais à quelque distance de la Membrana limitans externa; on rencontre fort souvent les grains par paires, et cela vient de ce que la coupe verticale de la rétine est faite en un point où il y a deux bâtonnets entre deux cônes. Ils sont alors fixés au côté du filament qui regarde la ligne médiane tirée entre eux; dans d'autres cas, on les voit rangés en file à intervalles égaux, mais toujours à quelque distance de la Membrana limitans externa; s'ils reposent directement sur elle, cela est dû à la préparation. En traversant la Membrana limitans externa, le filament doit y adhérer fortement, car on ne rencontre presque jamais de bâtonnet isolé détaché avec son filament et le grain qui y est attaché. Outre le grain proprement dit du bâtonnet, on peut quelquefois trouver sur le filament de petits renflements, et en dedans, dans la couche, quelques petits noyaux, qui doivent plutôt être considérés comme accidentels.

A l'endroit où le prolongement rectangulaire du cône vient aboutir à la Membrana limitans externa, et sur la surface interne de la membrane, se trouve une calotte de la même largeur que le prolongement (Fig. 1, m), et qui doit en être considérée comme la continuation, bien qu'on ne rencontre jamais, ainsi que nous le verrons chez la poule, des cônes isolés avec un prolongement et une calotte, mais seulement des cônes avec un prolongement où adhère un petit fragment de la Membrana limitans externa. La calotte se termine intérieurement en un filament à contours plus gros et plus nets que ceux des filaments des bâtonnets, lequel court en ligne droite entre ces derniers, et vient s'attacher à la Membrana intermedia avec un épanouissement triangulaire, ou se divise en deux branches. Elle renferme un noyau assez grand, à bords foncés, avec un ou plusieurs corps de noyau ponctiformes; le noyau repose directement sur la Membrana limitans externa.

Les grains des bâtonnets et les calottes, avec leurs noyaux, constituent une zone qui est beaucoup plus foncée que la zone claire striée où les filaments des bâtonnets et des calottes reposent, entourés sans doute d'une substance fluide; elle est également plus foncée que celle formée, en dehors de la Membrana limitans externa, par les filaments des bâtonnets et des cônes. Les filaments des bâtonnets et des calottes sont facilement détruits par la préparation; l'observation des autres parties de cette couche n'est non plus toujours facile, parce que les grains des bâtonnets et les noyaux des calottes se masquent mutuellement, de sorte qu'on n'aperçoit tantôt qu'une rangée de grains, tantôt que des noyaux.

Toute la rétine a une grande tendance à se fendre en deux feuilles à travers cette couche, la Membrana intermedia formant la limite de la feuille intérieure; la feuille extérieure, où se trouvent les bâtonnets et les cônes avec leurs accessoires, est toujours plus fragile, et adhère fortement au pigment; il peut cependant arriver que la Membrana intermedia reste attachée à la couche des bâtonnets et des cônes.

5. Membrana intermedia.

Elle constitue une membrane cohérente et compacte, dont on peut détacher des morceaux assez grands pour être visibles à l'œil nu. A l'aide du microscope, on voit qu'elle se compose d'une masse homogène finement granulée; y a-t-il des trous ou des mailles, elle est alors endommagée (Fig. 5). En coupe verticale, on observe quelquefois de légères stries concentriques à l'œil, mais qui ne sont peut-être qu'une suite de la préparation (Fig. 2, n). Dans la membrane se trouvent une quantité d'assez gros noyaux sphériques, rarement un peu ovales, qui sont tantôt plus clairs tantôt plus foncés que la membrane environnante, et exactement limités par un contour ponctué foncé. Dans l'intérieur des noyaux on voit assez rarement au centre un petit corps de noyau rond, mais plus souvent quelques points foncés sur les côtés. Les noyaux ont exactement le même diamètre que l'épaisseur de la membrane, et par suite ne saillent pas sur celle-ci en coupe verticale, mais cela peut bien avoir lieu sur une coupe oblique; cependant, chez la morue, j'ai vu les noyaux déborder sur la surface interne de la membrane. L'épaisseur de la membrane, comme la grosseur des noyaux, peut varier dans des yeux différents. Les noyaux résistent très bien aux influences extérieures; sous l'action de l'acide acétique, ils deviennent plus distincts, mais perdent quelquefois leur forme ronde.

Sur les coupes verticales de la Membrana intermedia, on voit que les noyaux sont placés à des distances égales les uns des autres (Fig. 1 et 2, n). En regardant la membrane de face, on constate en effet qu'ils sont disposés en quinconce régulier; et, suivant la direction de la coupe verticale, on en distingue un nombre plus ou moins grand (Fig. 5). De même que l'épaisseur de la membrane et la grosseur des noyaux varient dans des yeux différents, de même la grosseur et le nombre des noyaux varient aussi dans le même œil; leur grosseur, ainsi que leur distance mutuelle, diminue d'arrière en avant, de sorte que, dans la partie antérieure de la rétine, ils sont plus serrés mais plus petits.

L'aspect des noyaux et leur disposition régulière témoignent du caractère épidermique de la membrane, à quoi il faut ajouter que celle-ci, pendant la préparation, a de la tendance à se fendre en lambeaux, chacun avec son gros noyau, sans que cependant on voie paraître des cellules ramifiées à noyaux. Lorsque cette membrane accompagne les couches suivantes, il ne faut pas la confondre avec la membrane à mailles que nous trouverons dans le Stratum granulatum internum; elle est toujours reconnaissable à ses gros noyaux.

La Membrana intermedia est une membrane homogène à surfaces lisses, et, par suite de la grande épaisseur qu'elle atteint chez le brochet, il est facile de s'assurer sur une coupe verticale qu'elle n'est traversée par aucune espèce de filaments, ni par les filaments des bâtonnets et des cônes, qui sont fixés à sa surface externe, ni par les fibres radiales,

qui viennent s'attacher à sa surface interne. Elle constitue la limite extérieure bien marquée des substances cérébrales de la rétine, dont nous allons maintenant nous occuper.

6. Stratum granulatum internum.

Cette couche, qui repose immédiatement sur la surface interne de la Membrana intermedia, se compose d'une membrane et de cellules cérébrales.

La membrane comprend trois couches qui toutes sont perforées et forment des mailles, comme on peut le voir sur la figure (Fig. 2, o, o, o), où elles sont représentées écartées un peu l'une de l'autre, pour que les trois couches de mailles soient plus distinctes. Les mailles sont ovales, carrées ou rectangulaires, avec des angles arrondis. La rangée extérieure de mailles est limitée en dehors par la Membrana intermedia, à laquelle elle adhère assez fortement; les mailles en sont les plus petites ou plutôt les plus plates de toutes. La membrane intérieure, vue en coupe verticale, est limitée par une ligne droite indécise contiguë au Stratum granulosum. Les parois des mailles, les rubans tant transversaux que longitudinaux, ont une structure uniforme et sont finement granulés ou légèrement striés. L'épaisseur en est variable, et, outre la division normale en trois membranes, celles-ci ont de la tendance à se fendre encore concentriquement à l'œil; cela est surtout visible sur les bords d'une préparation des parois coupées des mailles.

Les cellules cérébrales, qui reposent dans les mailles, apparaissent, soit comme des cellules distinctes à noyau relativement grand et un peu sombre, soit, et plus fréquemment, comme de simples noyaux grossièrement ponctués, avec ou sans un halo, ce dernier provenant de la membrane cellulaire qui entoure le noyau étroitement.

Outre les membranes et les cellules cérébrales, on trouve encore dans cette couche des fibres radiales qui coupent les membranes à angle droit, et sont fixées à la Membrana intermedia; c'est seulement en apparence qu'elles s'attachent aux membranes, lorsqu'on les coupe avant qu'elles aient atteint la Membrana intermedia.

7. Stratum granulosum.

La couche se compose d'une masse homogène à grains grossiers; elle a une épaisseur notable, présente dans quelques cas rares une formation stratifiée, est nettement séparée de la couche précédente, et est plus foncée et plus opaque que celle-ci (Fig. 2, p). La masse doit être regardée comme une Neuroglia; cependant je ne suis pas tout à fait sûr qu'elle ait été primitivement complètement homogène, parce qu'on y rencontre quelquefois une indication de cellules, de même que la masse analogue dans le cerveau peut bien être homogène, tout en offrant des traces de cellules cérébrales détruites. Cette couche, de même que les deux suivantes, est traversée par les fibres radiales.

8. Stratum cellularum cerebralium.

Ces cellules sont bien de grandeur variable, mais en général elles sont plus grandes que les cellules cérébrales du Stratum granulatum internum (Fig. 2, q). Elles sont finement ponctuées, rondes ou ovales, mais non anguleuses, parce qu'elles reposent dans une substance intercellulaire très fine, et ont ordinairement un noyau assez distinct, relativement gros et un peu plus foncé. En proportion de l'épaisseur totale de la rétine, elles ne sont pas nombreuses, et on les trouve seulement superposées en 1—3 couches; quelquefois même elles ne forment pas de couche parfaite. D'un petit nombre de cellules partent des rameaux en forme de filaments déliés, qui peuvent se ramifier aussi bien extérieurement, dans le Stratum granulatum, où les cellules sont enfoncées, qu'intérieurement dans une direction transversale ou oblique par rapport aux fibres du nerf optique, du côté desquels la limite de la couche est d'ailleurs assez marquée. Les rameaux ne semblent pas être de véritables fibres cérébrales, et ils diffèrent par l'aspect des fibres du nerf optique.

9. Stratum fibrarum cerebralium.

Ces fibres sont un épanouissement du nerf optique (Fig. 2, r). Elles sont très fines et ne forment ni faisceaux ni Plexus, mais sont parallèles. Près de l'entrée du nerf optique dans l'œil, il y a des fibres deux à trois fois plus grosses, qui peuvent devenir variqueuses comme les fibres cérébrales. Les fibres forment une couche puissante sur la surface interne de la rétine; le dessin est fait d'un point un peu en arrière de l'équateur; plus en avant, la couche s'amincit. La couche est en général plus épaisse chez les poissons que chez les autres vertébrés.

10. Fibræ radiales.

Les fibres radiales constituent un système particulier de fibres, qui sont tendues verticalement entre la Membrana intermedia et la Membrana limitans interna, et fixées, d'un côté, à la surface interne de la première de ces membranes, de l'autre, à la surface externe de la seconde (Fig. 2). Elles peuvent être encore plus nombreuses et plus serrées que ne le représente la figure; mais, dans d'autres yeux, elles peuvent manquer complètement, sans doute parce qu'elles sont excessivement délicates, et disparaissent tout à fait lorsque la rétine est trop fortement distendue par la préparation.

Les fibres sont réunies en faisceaux minces, qui traversent en ligne droite, sans inflexions ni sinuosités, toutes les couches situées entre la Membrana limitans interna et la Membrana intermedia. Les faisceaux ont des contours moelleux, et l'intérieur en est uniformément ponctué de points foncés; ils sont aussi en partie striés dans le sens de la longueur par suite de leur composition, et sont plus foncés que les couches qu'ils

traversent. Comme nous le verrons plus en détail en décrivant la rétine de l'homme, les fibres radiales tirent leur origine du tissu qui entoure les faisceaux du tronc du nerf optique, et se dirigent de là en dehors. Intérieurement, chaque faisceau de fibres commence en forme de trompette ou d'entonnoir en dehors de la Membrana limitans interna, à la surface externe de laquelle la partie évasée de l'entonnoir est soudée. Celui-ci est ordinairement strié suivant sa longueur, parce qu'il est formé de fibres longitudinales extrêmement fines, pâles et non granulées. Cette structure devient très distincte, lorsqu'on les voit détachées des bords d'une préparation (Fig. 2, s); les fibres longitudinales peuvent alors se séparer en forme d'épi, de houppe ou d'ombelle, ou se ramifier, tantôt d'un seul côté, tantôt des deux côtés (Fig. 2, t, t). Lorsqu'on enlève le morceau de la Membrana limitans interna où l'entonnoir est soudé, on voit une cavité qui s'étend à une distance indéterminée dans la partie restante du faisceau, et apparaît comme une ouverture ronde sur la coupe transversale de ce dernier (Fig. 2, u). Sur quelques-unes de ces extrémités en forme d'entonnoir qui ont été enlevées, on voit, quoique rarement, une ou plusieurs fibres qui peuvent flotter dans le fluide environnant.

Les entonnoirs qui terminent les fibres à leur origine sont contigus les uns aux autres, de sorte que leurs bords forment des ogives directement en dehors de la Membrana limitans interna. Ils reposent d'abord dans le Stratum fibrarum cerebralium, après quoi les fibres minces qui composent l'entonnoir se réunissent peu à peu en un tronc dans leur parcours à travers la couche; quelquefois la réunion n'a lieu que juste en dedans du Stratum cellularum cerebralium, et, dans quelques cas rares, les fibres ne se rassemblent qu'à la limite du Stratum granulosum. Dans leur parcours à travers la couche du nerf optique, les fibres sont, à des intervalles indéterminés, garnies d'une assez grande quantité de rameaux déliés, clairs et longs, qui s'en détachent sous des angles aigus, et peuvent eux-mêmes se ramifier. Le faisceau de fibres semble conserver la même épaisseur malgré les rameaux qui en partent. Lorsque les rameaux sont distincts, on en voit presque sur chaque faisceau; mais il y a des yeux où on les cherche en vain; d'un autre côté, les ramifications semblent s'accroître encore, lorsque les fibres de l'entonnoir ne se réunissent que loin en dehors.

Les fibres radiales traversent ensuite le Stratum cellularum cerebralium, sans être plus en relation avec cette couche qu'auparavant avec les fibres cérébrales, et pénètrent dans le Stratum granulosum. Tandis qu'elles ont jusqu'alors conservé la même épaisseur, chaque faisceau s'enfle maintenant en un corps fusiforme de longueur variable. Ce renflement peut être encore plus épais que ne le montre la figure (Fig. 2), surtout lorsqu'il se produit jusque dans le Stratum granulatum internum, en deçà duquel il cesse d'ailleurs à une distance variable. Dans le corps fusiforme, on voit ordinairement un grand noyau ovale, qui est un peu plus foncé que la fibre. Quant à savoir si le faisceau donne naissance à des rameaux dans son parcours à travers le Stratum granulosum, c'est ce que

je ne saurais décider. Sur les préparations à l'acide chromique, on voit quelquefois la masse granulée fixée aux fibres.

Enfin, les fibres radiales traversent le Stratum granulatum internum et ses mailles, et viennent s'attacher à la Membrana intermedia ou se confondre avec elle. Leurs extrémités ont de la tendance à se fendre en plusieurs filaments déliés qu'on peut voir, lorsqu'ils ont été détachés, flotter librement en décrivant des sinuosités comme les fibres du tissu cellulaire, avec lesquelles ils ont la plus grande ressemblance (Fig. 2, v). Dans certains cas, deux fibres radiales peuvent se réunir avant de s'attacher à la Membrana intermedia.

II. Membrana limitans interna.

C'est une membrane claire sans structure, qui, en coupe transversale, apparaît comme une ligne à double contour (Fig. 2, x). A sa surface externe sont fixées les extrémités initiales en forme d'entonnoir des fibres radiales, qui, par leur contraction, forment de petites cavités planes sur la surface interne de la membrane. Cependant je n'ai pas trouvé ce détail aussi marqué chez le brochet que chez les autres animaux, et, pour cette raison, je ne l'ai pas représenté.

PARS ANTERIOR RETINAE.

Vers le bord antérieur, bien marqué à l'œil nu, de la rétine, toutes les couches commencent à s'amincir peu à peu. A $^1/_2$—1 $^{\text{mm.}}$ du bord, les gaînes des cellules du pigment sont inaltérées, mais plus courtes. Les bâtonnets et les cônes se sont raccourcis, mais les cônes, à ce qu'il semble, à un degré moindre, et ils conservent aussi à peu près leur épaisseur, qui ne diminue que plus près de l'Ora serrata. Les bâtonnets, aussi bien que les cônes, restent toujours perpendiculaires à la surface interne de l'œil, même sous la forte flexion que la rétine fait en avant; mais on en rencontre souvent dans une position oblique, ce qui est dû à la préparation. Le prolongement des cônes se raccourcit avant les cônes eux-mêmes. La Membrana limitans externa reste distincte. Le Stratum granulatum externum décroît assez rapidement en épaisseur, et apparaît en coupe verticale comme une strie plus claire. La Membrana intermedia n'a que la moitié de son épaisseur ordinaire, et, quoique plus petits, les noyaux en sont cependant très distincts; ils semblent être plus serrés et, du moins sur les préparations fortement durcies dans l'acide chromique, faire saillie sur la surface interne de la membrane. Le Stratum granulatum internum diminue uniformément d'épaisseur; ses trois membranes à mailles apparaissent en coupe verticale sous forme de zones alternativement claires et foncées; les cellules cérébrales qui reposent dans les mailles sont distinctes. Le Stratum granulosum s'amincit

relativement moins, à mesure qu'on se rapproche de l'Ora serrata. Les cellules cérébrales sont visibles, mais peu nombreuses. Les fibres du nerf optique sont très faibles, et ne doivent pas être confondues avec les couches concentriques qu'on peut encore trouver ici dans le Stratum granulosum. Les fibres radiales sont dans toute la Pars anterior aussi nombreuses que d'ordinaire; leur origine en forme d'entonnoir se trouve à 1 mm. de l'Ora serrata. Les fibres sont très fines et serrées; à une distance de 0,mm5 la partie en entonnoir n'est plus visible, mais les fibres sont très rapprochées, de sorte qu'elles forment sur l'Ora serrata la plus grande partie de la moitié intérieure du bord.

A une distance de 0,mm.1 de l'Ora serrata, toutes les couches s'amincissent encore davantage. Les bâtonnets se sont encore plus raccourcis, mais les corps des cônes, à peine; leurs prolongements sont bien devenus plus courts, mais ils sont encore distincts à cette distance.

A 0,mm.05 de l'Ora serrata, les bâtonnets et les cônes sont à peine distincts, et toute la couche se termine en pointe. Près de la choroïde, qui s'est également amincie, on voit ensuite en coupe verticale une raie plus foncée; c'est la Membrana intermedia, qui peut-être se réunit à la choroïde, et se continue sur l'iris; cependant on n'y observe plus de noyaux, mais seulement des stries faibles et obliques qui se prolongent sur la surface postérieure de l'iris en continuation directe de l'Ora serrata, et, suivant toute apparence, sont analogues aux cellules verticales que nous trouverons, chez d'autres vertébrés, sur la surface postérieure de l'iris. Les Strata granulata externum et internum, qui finissent par se confondre, se terminent également en pointe; les cellules de cette dernière couche sont cependant visibles presque jusqu'au bord extrême. Par contre, le Stratum granulosum et la couche du nerf optique, entre lesquels toute limite est effacée, sont plus arrondis, et forment ensemble environ la moitié de l'épaisseur du bord. La couche du nerf optique ne se montre cependant que comme une raie sans trace de fibres cérébrales, et on n'y trouve non plus de cellules cérébrales. L'Ora serrata a du reste une forme très variable, tantôt plus pointue, tantôt plus ronde, le bord libre s'élevant quelquefois au-dessus des parties inférieures.

INTROITUS NERVI OPTICI.

Après que le nerf optique a traversé la sclérotique et la choroïde, les fibres en divergent de tous les côtés, réunies en faisceaux qui, en coupe verticale, apparaissent comme des feuilles dont l'épaisseur, à l'origine, est assez grande, mais cependant variable. Les feuilles épaisses se divisent en feuilles plus minces (Fig. 6). L'intérieur des feuilles est rempli de fibres cérébrales qu'on voit coupées transversalement. A mesure que la coupe s'écarte du milieu de l'entrée du nerf optique, et devient par conséquent de plus

en plus oblique par rapport aux fibres cérébrales, on les voit prendre peu à peu une direction longitudinale. Les feuilles, tout en étant très rapprochées les unes des autres, sont cependant séparées par des fentes profondes qui s'étendent jusqu'au Stratum cellularum cerebralium et au Stratum granulosum. Chaque feuille est entourée d'une fine membrane formée d'une couche de larges rubans plats, qui peuvent se fendre, mais se distinguent d'ailleurs du tissu cellulaire ordinaire par ce double caractère, que la surface en est finement granulée, et qu'on ne les voit presque jamais décrire des ondulations. Les faisceaux se subdivisent en faisceaux d'autant plus minces qu'ils s'éloignent davantage du milieu de l'entrée du nerf optique, et on peut quelquefois observer entre ces derniers des fibres qui en traversent les fissures. A la fin, les faisceaux se dissolvent entièrement, et la surface de la rétine, qui, par suite de la structure ci-dessus, était fendue et crevassée près de l'entrée du nerf optique, devient maintenant lisse. Les larges rubans qui entourent les faisceaux, accompagnent les fibres cérébrales et constituent ensuite les fibres radiales. Ce caractère n'est toutefois pas aussi marqué chez le brochet que chez l'homme, et nous en parlerons aussi avec plus de détail au chapitre de la rétine de l'homme.

Autour de l'entrée du nerf optique, les fibres cérébrales de ce nerf sont fines et ne présentent pas de varicosités. A l'entrée elle-même, outre ces fibres, on en trouve d'autres larges et épaisses, limitées de chaque côté par un double contour. Les bâtonnets et les cônes se comportent comme ailleurs.

DIMENSIONS DE LA RÉTINE DU BROCHET.

Les nombres suivants sont les moyennes d'un grand nombre de mesures, et ont en partie été utilisés dans les Fig. 1 et 2. Ils montrent combien l'épaisseur de la rétine décroît d'arrière en avant; cependant cette épaisseur n'est comptée que depuis la ligne de séparation entre les corps des cônes et leurs pointes jusqu'à la Membrana limitans interna, tandis que les dimensions des pointes des cônes et de la partie extérieure des bâtonnets sont données à part avec quelques autres mesures.

Épaisseur de la rétine en millimètres	un peu derrière l'équateur de l'œil.	à $1^{mm.}$ de l'Ora serrata.	à $0,^{mm.}5$ de l'Ora serrata.	à $0,^{mm.}1$ de l'Ora serrata.
Corps des cônes.	0,035	0,024	} 0,012	
Prolongement des cônes.	0,039	0,018		
Stratum granulatum externum	0,030	0,018	0,009	} 0,024
Membrana intermedia	0,015	0,007	0,007	
Stratum granulatum internum	0,072	0,046	0,019	
Stratum granulosum	0,142	0,046	0,046	0,046
Stratum cellularum cerebralium . . .	0,020	0,006	0,006	} 0,015
Stratum fibrarum cerebralium	0,212	0,053	0,031	
La rétine entière	0,565	0,218	0,130	0,085
— avec les bâtonnets .	0,665			
Hauteur des cellules du pigment . .	0,140			
Largeur des cellules du pigment . .	0,016			
Longueur des bâtonnets jusqu'au point de rupture	0,100			
Largeur des bâtonnets.	0,0035			
Longueur de la pointe et du filament des bâtonnets	0,074			
Longueur des pointes des cônes. . .	0,029			
Largeur du corps des cônes	0,0088			

Épaisseur de la couche striée sur la surface postérieure de l'iris $0,^{mm.}007$. La grandeur des noyaux dans la Membrana intermedia, varie en différents points de 0^{mm},007 à 0,013. L'intervalle des noyaux dans la Membrana intermedia, varie en différents points de $0^{mm.}$,018 à 0,027 et 0,044.

RÉTINE DE LA GRENOUILLE.

PLANCHE II.

I. Stratum pigmenti.

Le pigment est formé de cellules ou plutôt de colonnes à six pans perpendiculaires à la surface interne de la choroïde. A l'état frais, il n'y a pas entre elles une grande adhérence, et elles sont par suite faciles à isoler. Mais de là aussi la difficulté d'en trouver dont la forme ne soit pas altérée; elles sont en effet extrêmement molles, s'affaissent rapidement ou tombent sur le côté, et on n'en peut distinguer la forme à six pans qu'à la base, lorsqu'on ne les a pas trop écartées les unes des autres. Encore s'altère-t-elle très vite; les côtés et les angles deviennent inégaux, et si l'on sépare davantage les colonnes, les angles s'arrondissent plus ou moins, de sorte que finalement le champ du microscope se montre couvert de grands corps noirs, ronds ou ovales.

On peut le mieux comparer chaque cellule de pigment à un calice à six côtés et à fond épais. Le fond est clair, finement granulé et solide, mais très mou. A l'état normal, il est si clair qu'on peut distinguer à travers les côtés du calice (Fig. 8, e). Les angles sont égaux, mais on les trouve rarement ainsi, parce qu'ils se déplacent facilement, sans cependant que le fond s'affaisse; cela indique qu'il est un corps solide, et non une cellule avec une membrane cellulaire et un contenu fluide. La surface externe du fond est plane, et, lorsqu'on la regarde de côté, limitée par une ligne droite (Fig. 7, a); mais, à la moindre altération, elle se courbe en arc, et finalement le fond se dilate en forme de vésicule claire (Fig. 8, b). La surface interne, sans doute un peu creusée, du fond, vue de côté, se montre bien aussi limitée par une ligne droite; mais cette ligne n'est pas nette, elle est souvent comme dentelée et irrégulière, ce qui est dû à la pression des molécules du pigment contre la surface, mais, comme tout le fond est solide, elles ne peuvent y pénétrer plus avant, et celui-ci reste clair (Fig. 7, a; Fig. 8, c, d). Il ne faut pas confondre cette partie claire de la cellule du pigment avec des bâtonnets enroulés; l'aspect en peut être très trompeur, surtout lorsque les bâtonnets enroulés ont pris une

forme anguleuse. Dans les préparations à l'acide chromique, le fond est ordinairement plus épais et plus large qu'à l'état frais.

Dans le fond clair du calice, se trouve un noyau relativement assez gros, rond ou ovale (Fig. 7, a; Fig. 8, d, f). Il n'est pas très facile à découvrir, parce qu'il est rarement visible lorsqu'on regarde le fond de côté; si on le regarde de dedans, le noyau est caché par le pigment, et il ne devient visible qu'après que ce dernier a été enlevé en tout ou en partie. Le noyau est clair, finement granulé, un peu plus foncé que les parties environnantes, et est à peine altéré par l'acide acétique. Il ne faut pas le confondre avec des globules huileux décolorés.

Bien que le fond puisse se séparer du reste du calice, sous forme d'un prisme plat à six pans avec un noyau, il constitue cependant une partie intégrante de la colonne du pigment. C'est ce qu'on voit surtout sur les préparations à l'acide chromique, où les parties claire et foncée de la colonne restent d'ordinaire unies entre elles. Sous l'influence de l'acide chromique, qui agit assez fortement sur les cellules du pigment, le fond du calice perd une partie de sa transparence sans se contracter beaucoup; la limite de la partie foncée de la colonne peut devenir moins marquée; le noyau disparaît souvent, ou n'apparaît plus que comme une petite masse ratatinée, un peu plus foncée et à grains plus grossiers que le reste du fond; il peut aussi se produire deux ou trois petits amas.

Le reste du calice est formé d'une membrane sans structure, très fine et presque transparente (Fig. 8, f), dont l'intérieur est rempli de grains de pigment noirs, petits, ronds, ovales ou anguleux, qui montrent un vif mouvement moléculaire lorsqu'ils nagent librement dans le fluide ambiant. On ne peut voir les côtés du calice que lorsqu'il est couché sur le flanc, et qu'une partie du pigment en est sorti; car autrement tout le calice est d'un noir uniforme (Fig. 7, a; Fig. 8, e, f). Les bords du calice sont cannelés, ou forment chacun comme une bande ou un pli, qui est limité par deux lignes noires assez nettes (Fig. 8, b, d). Lorsque le calice est couché sur le côté, on peut voir saillir trois ou quatre bandes; s'il est aplati, on les voit toutes les six (Fig. 7, a). Cette partie de la cellule qui renferme le pigment s'altère très rapidement; elle s'affaisse et forme une masse ronde, où l'on voit quelquefois le noyau comme une tache claire ou une ouverture (Fig. 8, a). Le contact d'un liquide, l'eau par ex., est aussi nuisible aux cellules fraîches du pigment qu'aux bâtonnets, et les altère à ce point que leur forme naturelle devient méconnaissable. Lorsque le calice s'affaisse, toutes les bandes convergent souvent en une seule pointe (Fig. 8, b), ou en forment plusieurs si la membrane entre les bandes se déchire, et le calice se vide (Fig. 8, c). On peut suivre la marche des altérations par l'observation continue d'une seule et même cellule; mais il faut procéder rapidement; les bandes se couchent d'abord en long, puis elles se réunissent, et la structure de la cellule devient enfin méconnaissable. Sur les préparations à l'acide

chromique, on ne voit généralement que des corps cylindriques noirs, sur lesquels saillent une ou plusieurs bandes, restes des plis qui forment les bords du calice.

Le pigment noir, qui à l'état normal remplit également tout le calice, sauf bien entendu le fond solide, peut se concentrer en différents points lorsque la cellule commence à s'altérer, soit sur le fond, soit à l'extrémité opposée, qui prend alors la forme d'un sablier ou devient pointue ou crochue (Fig. 8, d, e, f). Comme la forme en sablier est assez ordinaire, la partie médiane des parois du calice semble être la plus faible. Lorsque le milieu du calice est ainsi dégagé du pigment, il présente une structure striée qui provient des plis de la membrane du calice (Fig. 8, d).

Les angles plissés de la membrane du calice saillent sans doute en avant de son bord interne; cependant il n'y a pas de dents autour des bâtonnets comme autour des cônes chez le brochet. Je ne saurais dire avec certitude s'il existe des cloisons dans l'intérieur du calice, mais une observation que je n'ai faite, il est vrai, qu'une seule fois semblerait l'indiquer. Sur la surface d'un fond clair détaché du reste de la cellule du pigment, j'ai en effet trouvé une étoile foncée avec six rayons qui pouvaient être des restes de cloisons dans l'intérieur du calice (Fig. 8, g). Il semble ensuite qu'il y ait six bâtonnets pour chaque cellule de pigment; peut-être le centre est-il destiné à un cône ou à un globule huileux.

On trouve enfin dans chaque cellule de pigment un petit globule jaune d'or ou jaune-brun clair, qui semble être de nature huileuse, comme il ne se mêle pas au liquide aqueux environnant. Dans quelques yeux, ils sont assez nombreux, surtout lorsque les cellules ne renferment que peu de pigment; dans d'autres yeux, on les cherche en vain; ils peuvent aussi nager librement dans le fluide ambiant. On peut trouver dans chaque cellule un globule de grosseur moyenne, et c'est la grande majorité, ou plusieurs plus petits; quelquefois aussi on en rencontre de plus gros, qui semblent formés par la réunion de plusieurs petits, bien qu'on n'ait pas l'occasion de les voir confluer. De leur grosseur différente dépend souvent leur nombre total. Sur les préparations à l'acide chromique, on ne peut généralement pas les distinguer, parce qu'ils deviennent très pâles. L'acide acétique les décolore presque complètement, et il ne reste qu'un globule clair et brillant. Il est possible qu'ils soient solubles dans la glycérine.

Les globules ont leur siége au milieu de la surface interne, sans doute un peu creusée, du fond clair du calice, mais ils n'y pénètrent pas (Fig. 8, c). On peut s'en assurer soit en regardant la surface interne du fond, après l'enlèvement du pigment, soit en l'examinant de côté, et, dans ce cas, le globule est toujours voisin de la partie noire de la cellule du pigment. Que le globule huileux ne repose pas dans le fond même, cela est manifeste, puisque celui-ci est solide, et qu'on rencontre les globules nageant librement dans le fluide ambiant. Leurs rapports aux bâtonnets et aux cônes sont incertains. On ne trouve jamais des bâtonnets ni des cônes isolés nageant avec un

globule jaune qui y soit attaché, tandis qu'on peut bien trouver des globules épars sur la surface externe de la rétine, après que les cellules du pigment ont été écartées. On voit alors d'ordinaire une quantité de petits globules, et il est bien possible que les gros globules proviennent de l'agglomération des petits, lorsque les bâtonnets sont tirés de leurs gaînes. Dans ce cas, chaque bâtonnet serait accompagné d'un petit globule jaune, mais il resterait à savoir si la forme sphérique est la forme primitive. Il n'y a aucun rapport entre les globules huileux et le noyau du fond clair de la cellule du pigment.

2. Stratum bacillorum et conorum.

a) Bâtonnets.

Un bâtonnet est un prisme à six pans qui se termine en dehors en une pointe plate également à six pans, et se compose de deux parties, l'une extérieure et l'autre intérieure; la première a une longueur plus que double de celle de la seconde, dont elle est séparée par une ligne transversale fine mais bien marquée. J'ai trouvé que la longueur totale du bâtonnet varie avec la grandeur de l'animal.

La forme prismatique de la partie extérieure (Fig. 7, b) se perd rapidement, les six faces disparaissent et tout le bâtonnet s'élargit. On peut bien observer la pointe extérieure plate à six pans, mais en général l'extrémité en est arrondie. On la voit mieux lorsque les bâtonnets sont disposés verticalement à côté les uns des autres, en tournant cette extrémité vers l'œil de l'observateur; dans cette position, ils se pressent mutuellement sans laisser d'intervalles entre eux, ou ceux-ci sont marqués par le pigment. La pointe se montre sous différents aspects, ainsi que je l'ai représenté dans mes recherches microscopiques sur le système nerveux (Pl. v, Fig. 61, a, b, c). La surface des bâtonnets est très lisse, et leur substance uniformément claire et transparente. Quant aux altérations que subissent les bâtonnets sous l'action des agents extérieurs, entre autres aussi leur division en tranches transversales, je les ai décrites en détail et représentées dans l'ouvrage précité (Fig. 60). C'est seulement la partie extérieure du bâtonnet qui s'altère ainsi, et c'est toujours l'extrémité extérieure de cette partie qui s'enroule peu à peu en forme de crochet ou de plaque. C'est également la partie extérieure du bâtonnet qui a de la tendance à se diviser en tranches transversales (Fig. 9, c, h, i, k), et, de même que chez le brochet, on trouve chez la grenouille une disposition en spirale, qui est même plus marquée (Fig. 9, g). Des stries longitudinales dans l'intérieur de cette partie, ou une division dans le sens de la longueur (Fig. 9, e) ne se voient que rarement, jamais sur des préparations fraîches, et peuvent certainement être considérées comme accidentelles.

La partie extérieure est entourée de pigment, et plonge en entier dans la gaîne du pigment, qui s'étend jusqu'à la ligne de séparation de la partie intérieure du bâtonnet. A l'état frais, c'est difficile à observer, parce que, comme chez le brochet, la surface du bâtonnet est très lisse, de sorte qu'il se sépare facilement du pigment, qui reste suspendu à la choroïde. Par contre, si la rétine a été durcie dans l'acide chromique, les gaînes sont un peu plus adhérentes aux bâtonnets, lorsqu'on fait des coupes verticales avec la choroïde pour base; seulement il ne faut pas employer une trop grande pression, afin de ne pas comprimer les gaînes. Comme nous le verrons, la mesure de la partie extérieure du bâtonnet répond aussi très bien à la hauteur de la cellule du pigment, déduction faite de son fond clair.

La partie intérieure forme également un prisme à six pans, mais ordinairement elle se présente comme une cellule rectangulaire à noyau (Fig. 7, c, d). La partie extérieure du bâtonnet doit être regardée comme un appendice de cette cellule, mais elle n'en constitue pas une partie intégrante, ce qu'indiquent aussi sa structure et ses réactions, qui sont différentes. La membrane de la cellule rectangulaire est extrêmement fine et pâle, et son contenu, très finement granulé. Le noyau de la cellule, un peu plus foncé, est ovale, et son plus grand diamètre est dirigé de dehors en dedans; il présente un contour indépendant, distinct de la membrane de la cellule, et renferme presque toujours un petit corps de noyau clair ou foncé, en forme de vésicule ou de point. Par ses deux petits côtés, la cellule rectangulaire touche extérieurement à la ligne de séparation de la partie extérieure du bâtonnet, et intérieurement à la Membrana limitans externa.

La partie extérieure du bâtonnet se détache facilement, et, avant mais plus encore après sa chute, la cellule rectangulaire subit des altérations telles, que sa forme primitive en devient entièrement méconnaissable. Pendant que la cellule est encore en communication avec la partie extérieure du bâtonnet, le noyau se brise souvent, et la cellule se transforme ensuite en ce corps terminé en pointe qu'on voit si fréquemment sur des bâtonnets isolés nageant librement, et qui a été pris auparavant pour la forme normale du bâtonnet (Fig. 9, c, f; Recherches microscopiques sur le système nerveux, Pl. V, Fig. 59 et 63). Par contre, si la partie extérieure du bâtonnet est tombée, mais que la cellule soit restée suspendue à la Membrana limitans externa, la cellule rectangulaire devient d'abord irrégulière et sinueuse d'un ou des deux côtés, mais ne présente jamais de stries transversales ni ne s'enroule, comme c'est le cas avec la partie extérieure du bâtonnet (Fig. 10, a). Puis elle prend la forme d'une massue, d'une cornue ou d'une poire; de large qu'il était, le col de la cornue s'amincit de plus en plus au point de devenir linéaire, et paraît vide et entièrement clair. Le contenu de la cellule se rassemble de diverses manières dans la cornue elle-même, les grains en deviennent plus grossiers, mais il reste clair. Les contours en sont quelquefois indécis et se perdent en dedans; d'autres fois, on le trouve limité par un contour qui lui est propre, mais faible,

et il est de grandeur très variable, ordinairement plus foncé que le reste de la cellule. rarement plus clair, et se dilate ou s'allonge à des degrés divers, de sorte que la cellule peut devenir deux fois plus longue et plus large qu'elle ne l'est à l'origine (Fig. 10). Enfin, le contenu peut présenter un contour très nettement marqué et former un ovale de grandeur et de forme variables, et plus foncé que le reste de la cellule (Fig. 9, d, g, h, i, k). La circonstance que le contenu de la cellule peut se rassembler de tant de manières, prouve que les altérations n'en sont dues qu'à des influences extérieures; à l'état frais, on ne trouve pas trace d'une soi-disant lentille

Lorsque la cellule rectangulaire est un peu étirée, on la voit souvent limitée par un double contour délié, qui montre que la membrane en a une certaine épaisseur (Fig. 9. d). Y a-t-il plusieurs cellules allongées à côté les unes des autres, il en résulte une apparence striée; quand, au contraire, un grand nombre de cornues sont placées côte à côte, on croit voir des cellules, et l'illusion est encore augmentée par l'accumulation du contenu de la cellule en un point de celle-ci. Plus la cornue est petite, plus long et plus large en est généralement le col. De la partie arrondie de la cornue, là où la cellule touche à la partie extérieure du bâtonnet, part quelquefois une pointe ou un filament délié et court, qui cependant n'est guère autre chose qu'un reste accidentel de la partie extérieure du bâtonnet (Fig. 9, b; Fig. 10, a). Lorsque la cellule est détachée de la Membrana limitans externa, on voit souvent aussi un petit filament délié partir de la région qui renferme le noyau (Fig. 9, b, c, g), ou un petit fragment y rester fixé en travers; il arrive même, mais rarement, qu'on rencontre sur le noyau altéré des débris de la calotte que nous trouverons tout à l'heure dans le Stratum granulatum externum sous forme d'un petit cône (Fig. 10, b).

Le noyau subit également de grandes altérations. D'ovale qu'il était primitivement, il peut devenir rond, pointu à l'une de ses extrémités ou à toutes les deux, irrégulier et plus plat ou plus large (Fig. 9 et 10). S'il est serré contre la Membrana limitans externa, il prend une forme hémisphérique. Le noyau peut se contracter de manière à n'être plus à la fin qu'un petit triangle par lequel la cellule, changée en cornue, est fixée à la dite membrane; en pareil cas, tous les noyaux peuvent former une zone foncée en dehors de la membrane, où les noyaux isolés sont souvent à peine reconnaissables. Lorsque la forme en cornue s'est bien conservée et que le noyau est tombé, on peut voir dans l'intérieur de la cornue (Fig. 9, e), où celle-ci se termine en une fourchette, dont les branches plus ou moins longues sont formées par la membrane cellulaire limitée par deux lignes fines (Fig. 9, k).

b) **Cônes.**

Les cônes, chez la grenouille, sont bien moins nombreux que les bâtonnets, et, même lorsqu'on en trouve, ils sont souvent difficiles à distinguer parmi ces derniers à

cause de leur minceur. Il ne faut pas les confondre avec des formes altérées de la partie extérieure rectangulaire des bâtonnets.

Un cône se compose du corps, qui est au milieu, de la pointe, qui est tournée en dehors, et d'une partie qui est tournée en dedans, et répond au prolongement chez le brochet.

Le corps est cylindrique, peut-être même, à l'état normal, un peu renflé sur les côtés (Fig. 7, e, e). Il est formé d'une membrane très fine avec un contenu fluide et clair. Cela se voit mieux lorsque la forme du corps s'altère, celui-ci s'affaissant alors en un petit globule d'aspect vitreux à reflets sombres, qui sont surtout visibles lorsque le globule roule sur lui-même en nageant (Fig. 11, A); quelquefois le corps forme une cornue qui a le même aspect. Lorsqu'il s'altère davantage, le contenu en devient finement granulé et plus foncé, les côtés se renflent, le corps s'élargit et prend la forme d'un ovale terminé en pointe à l'une de ses extrémités ou aux deux. Je n'ai vu qu'une seule fois le corps sillonné de légères stries transversales, mais n'ai observé aucune répartition de son contenu dans des espaces séparés ou limités. Sur les préparations à l'acide chromique, on retrouve les mêmes altérations de forme, et le corps peut devenir encore plus large que ne l'indique la figure (Fig. 11, A, B).

Sur l'extrémité du corps tournée vers l'extérieur, on voit un petit globule brillant, incolore ou légèrement teinté en violet, dont la grosseur est variable, et qui, lorsque le corps s'est lui-même affaissé et réduit en un globule, peut prendre la forme d'un cône ou d'un entonnoir figuré par un petit anneau entouré d'un plus grand (Fig. 7, e, e; Fig. 11, A, B). Le globule est placé dans la substance du corps, et ne tombe pas facilement; il est cependant possible que plusieurs globules en forment par leur réunion un plus grand, et ce sont peut-être ces globules que j'ai mentionnés dans mes «Recherches microscopiques sur le système nerveux», p. 46, mais en les rapportant à tort aux bâtonnets. Sur la surface externe de rétines fraîches, on les trouve souvent répandus en grande quantité à des intervalles assez réguliers, mais rarement nageant librement. Dans les préparations à l'acide chromique, les globules sont quelquefois plus grands qu'à l'ordinaire, quand ils sont comme aplatis.

La pointe se dirige au dehors; elle est cylindrique, plane à son extrémité extérieure, et n'a que la moitié de la longueur du corps (Fig. 7, e, e; Fig. 11, A, B). Au bout de quelque temps, elle devient conique, pointue extérieurement, mais plus large à l'extrémité par laquelle elle tient au corps, dont elle peut être séparée par un intervalle clair. La substance, qui en est très fine et pâle, présente rarement des stries transversales. Le globule coloré n'est jamais réuni à la pointe. L'extrémité extérieure peut quelquefois être frangée. J'ai parfois observé des cônes à deux pointes, mais les vrais cônes jumeaux doivent être extrêmement rares; dans les cas où je les ai

observés, les deux moitiés étaient de grandeur inégale et placées seulement à côté l'une de l'autre; le cône secondaire n'avait pas de globule coloré (Fig. 11, C.).

Le prolongement, s'il mérite d'ailleurs ce nom, se montre comme un court appendice de l'extrémité intérieure du corps; il est très clair, mais peut prendre une teinte plus foncée, comme aussi devenir quelquefois pointu, et quelquefois s'élargir ou s'allonger. Il ne tient que faiblement au corps du cône, car il se brise très facilement, et est difficile à observer sur des cônes frais. (Fig. 7, e, e; Fig. 11, A, B).

Les cônes ont leur place entre les bâtonnets; mais, comme ils sont beaucoup plus courts que ces derniers, on ne peut les observer sur la surface externe de la rétine, à moins que les bâtonnets ne soient rompus à leur niveau. En pareil cas, on aperçoit d'abord les petits globules brillants, qui servent de guide pour estimer le nombre et la position des cônes. D'après mes mesures, la longueur du corps est égale à celle de la partie extérieure rectangulaire du bâtonnet, et le petit globule est par conséquent à la hauteur de la ligne de séparation entre les parties extérieure et intérieure du bâtonnet, tandis que le prolongement pénètre entre les noyaux de la partie rectangulaire. Les pointes des cônes sont tournées en dehors, et reposent entre les parties extérieures des bâtonnets; mais dans quel rapport les pointes sont-elles aux cellules du pigment, c'est ce qu'on ignore.

3. Membrana limitans externa.

De même que chez le brochet, on ne peut représenter cette membrane isolée ni vue de face. En coupe verticale, elle se présente comme une ligne à double contour, qui est plus sombre, plus granulée et plus nettement marquée que chez le brochet, et quelquefois de largeur inégale. A l'endroit où s'attachent les cônes, on voit assez souvent un petit globule rond, ce qui peut donner à la coupe l'aspect d'un fil de perles (Fig. 7, f; Fig. 10, c). Lorsque les cellules rectangulaires des bâtonnets sont arrachées de la membrane, on peut y voir en travers de petits fragments de cette dernière qui ont été entraînés avec, ce qui indique l'indépendance de cette membrane.

4. Stratum granulatum externum.

Cette couche se compose de deux rangées de corps qui se déplacent facilement, de sorte que l'une peut couvrir l'autre. Il faut du reste se garder d'y rapporter les noyaux de la cellule rectangulaire des bâtonnets, ce qui peut arriver lorsque la coupe n'est pas tout à fait verticale, mais oblique.

La rangée extérieure, près de la Membrana limitans externa, est celle qui se déplace le plus facilement, et est très souvent couverte par la rangée intérieure; elle est difficile à observer, et il y a peu de parties de la rétine qui m'aient coûté autant de peine à

éclaircir. Cette rangée est formée de petites calottes qui sont plates du côté où elles reposent sur la Membrana limitans externa; l'autre côté est fortement voûté, les calottes étant comprimées (Fig. 7, g). Du sommet des calottes part en ligne droite un filament délié à contour simple qui s'attache à la Membrana intermedia. La substance claire des calottes ne renferme aucun corps particulier (corps de noyau). A chaque bâtonnet correspond une calotte, mais il ne doit y avoir entre eux qu'une liaison très faible, car je n'ai vu qu'une seule fois un bâtonnet isolé avec son noyau et sa calotte. Lorsque la calotte s'altère, elle devient conique et de plus en plus effilée, de sorte qu'elle semble être la continuation de son filament. Finalement, toute la calotte devient entièrement méconnaissable, et les débris s'en présentent sous forme de petites pointes placées sur le noyau de la cellule rectangulaire des bâtonnets, avec lequel il ne faut pas les confondre, surtout lorsqu'on les voit en files, et que les noyaux se sont en même temps ratatinés (Fig. 10, b).

La rangée intérieure est formée de cellules ovales, qui sont placées directement sur et entre les calottes, et attachées, d'un côté, à la Membrana limitans externa par un filament délié, court, à simple contour, et, de l'autre, à la Membrana intermedia par un filament semblable, mais plus long, de sorte qu'elles sont comme suspendues entre ces deux membranes (Fig. 7, h). Le dernier filament s'élargit souvent ou se divise, avant de s'attacher à la Membrana intermedia. Les cellules, qui se distinguent des calottes par leur place et par leurs dimensions un peu plus grandes, renferment, outre une masse pâle finement granulée, un noyau rond, nettement limité, qui est ordinairement muni d'un ou de plusieurs corps de noyau ponctiformes. En s'altérant, les cellules se compriment, s'allongent, s'effilent en pointe à une de leurs extrémités ou aux deux, et deviennent finalement filiformes (Fig. 10, e). Suivant toute apparence, à chaque cône correspond une cellule, mais les cellules sont bien plus nombreuses que les cônes.

Les filaments des cellules et des calottes se dirigeant les unes comme les autres vers la Membrana intermedia, les coupes verticales présentent une zone claire qui a l'air d'une membrane striée (Fig. 7). Je ne crois pas que cet espace renferme d'autres corps que ceux qui peuvent s'y trouver accidentellement.

5. Membrana intermedia.

Lorsqu'en regarde la membrane de face, ce qui réussit le mieux sur des coupes très obliques, on en voit la surface couverte de noyaux qui sont disposés régulièrement en quinconce (Fig. 12). Les noyaux sont ronds et presque deux fois plus grands que les cellules de la couche suivante, dont ils se distinguent tout de suite par ce caractère. Ils ont une surface granulée, un contour assez marqué, qui peut être double, et ne saillent pas sur la surface de la membrane, comme on peut s'en assurer sur des coupes verticales.

La membrane elle-même est finement granulée à sa surface, et çà et là un peu striée ou filamenteuse. En coupe verticale, elle apparaît comme un ruban à grains grossiers, de largeur variable et sillonné de stries longitudinales (Fig. 7, i; Fig. 10, d). Le ruban, qui est plus clair que le Stratum granulatum internum, mais plus foncé que le Stratum granulatum externum, est nettement limité, surtout vers la première de ces couches, tandis que les filaments de la seconde se déploient sur sa surface externe. Il y a des régions où il est presque deux fois plus épais que ne le représente la figure, ce qui peut-être peut provenir de ce que la coupe n'était pas tout à fait verticale; toutefois la membrane est notablement plus mince que chez le brochet. Elle n'est traversée par aucun filament.

6. Stratum granulatum internum.

Cette couche touche à la Membrana intermedia, tandis que la limite intérieure vers le Stratum granulosum en est moins marquée; elle a une assez grande épaisseur, qui varie cependant en différents points. La couche se compose de petites cellules très nombreuses, entourées étroitement d'une membrane cellulaire, ce qui leur donne ordinairement l'apparence de noyaux; la grandeur en est variable; en général, elles sont peut-être un peu plus grandes que ne le représente la figure (Fig. 7, k). Elles ont un contour bien accusé, sont finement granulées, et paraissent claires ou foncées suivant la distance focale. On les voit fréquemment collées aux fibres radiales, qui traversent la couche à angle droit; on peut aussi observer des cellules détachées avec des fragments adhérents de fibres radiales (Fig. 7, l). Mais ce caractère est tout accidentel, parce qu'il ne se montre que sur les préparations à l'acide chromique, et non sur les yeux frais; les cellules sont d'ailleurs beaucoup plus nombreuses que les fibres radiales, et n'y pourraient toutes trouver place; le brochet ne présentait non plus rien de pareil. De tous les éléments de la rétine, le Stratum granulatum internum est celui qui se conserve le mieux, et les cellules en peuvent être encore distinctes, même lorsque toutes les autres parties sont méconnaissables. Tandis que la surface en est quelque peu brillante à l'état frais, elle devient mate sur les préparations à l'acide chromique, et toute la cellule se contracte.

7. Stratum granulosum.

Cette couche est beaucoup plus large que la précédente (Fig. 7, m). La masse en est homogène et à grains grossiers; on y trouve cependant, comme chez le brochet, des traces d'assez grandes cellules, qui doivent être tellement molles qu'elles se détruisent facilement. Intérieurement, il s'y loge toujours quelques cellules cérébrales de la couche suivante; extérieurement, la couche est contiguë au Stratum granulatum internum, dont elle est séparée par une limite également peu marquée. Lorsqu'elle est épaisse, on

aperçoit, concentriquement à l'œil, une série de stries claires ou obscures, dues à des couches minces à grains grossiers, en nombre plus ou moins grand (5—10), séparées par des intervalles de grandeur variable, mais souvent incomplètes ou manquant entièrement. Il est bien possible qu'elles deviennent plus apparentes par le durcissement de l'œil; elles se conservent bien, même après la destruction d'autres parties de la rétine. Les fibres radiales traversent la couche à angle droit, mais ne sont pas toujours distinctes.

8. Stratum cellularum cerebralium.

Les cellules sont grandes, claires, entourées d'une membrane cellulaire bien marquée et renferment un gros noyau un peu plus foncé; même lorsque les noyaux sont distincts, elles sont plus grandes que les cellules du Stratum granulatum internum (Fig. 7, n). Les cellules sont peu nombreuses, et il n'y en a, en général, qu'une rangée, rarement 2—3. Comme nous l'avons dit, elles sont logées extérieurement dans le Stratum granulosum; intérieurement, on les voit, entre les fibres du nerf optique, reposer dans les arcades que les fibres radiales forment en dehors de la Membrana limitans interna, position qui ne saurait guère être accidentelle (Fig. 14). Elles n'ont aucune adhérence avec les fibres radiales, et il n'est pas certain qu'il en parte des prolongements.

9. Stratum fibrarum cerebralium.

Elles forment une couche très mince et composée seulement d'un petit nombre de fibres, ce qui explique sans doute pourquoi les cellules cérébrales y pénètrent si aisément, et sont souvent difficiles à distinguer (Fig. 7, o). Les fibres sont très fines, et limitées par un simple contour; elles ne deviennent pas facilement variqueuses et courent parallèlement les unes à côté des autres.

10. Fibræ radiales.

Ce que nous avons dit en général des fibres radiales et de leur parcours chez le brochet, s'applique également à la grenouille. Elles commencent en dehors de la Membrana limitans interna, en formant une enveloppe autour de la couche mince des fibres cérébrales, aux faisceaux desquelles elles pendent comme des anses; les fibres de ces dernières s'épanouissent sous la Membrana limitans interna, mais se réunissent en dehors. Il suit de là que lorsqu'on détache une de ces anses sur une tranche verticale, elle présente l'aspect d'un entonnoir ou d'une ombelle, dont la large base est tournée vers l'intérieur (Fig. 7, p, p). Les ombelles sont placées dans l'espace occupé par les fibres et les cellules cérébrales, et comme elles se touchent toutes par leur base, on dirait que

les cellules cérébrales reposent dans des arcades, sans cependant avoir d'autre rapport avec les fibres qui les composent (Fig. 14, a). La base des ombelles est plus large que chez le brochet. Sur les ombelles détachées, on trouve entre les fibres une substance intermédiaire pâle, qui est sans doute un épanouissement membraneux; cette fine masse se rencontre aussi plus loin en dehors des ombelles, de sorte qu'il est bien possible qu'elle constitue, conjointement avec les fibres radiales, une sorte de fourreau commun pour les fibres et les cellules cérébrales. Tandis que les fibres déliées dont se compose la partie ombelliforme se réunissent en dehors, les fibres radiales, qui sont limitées de chaque côté par un simple contour moelleux, et plus foncées que le milieu environnant, forment un tronc plus fort, et se rendent en ligne droite, sans sinuosités, dans le Stratum granulosum. Dans leur parcours à travers cette couche, les fibres s'épaississent souvent et se renflent en un corps très long, étroit et fusiforme, mais sans trace de noyau; on peut aussi en rencontrer avec des renflements très plats d'un ou de chaque côté; lorsque les fibres se rompent, il peut également se former de longs renflements plats, ce qui indique un assemblage ou une formation primitive de plusieurs fibres en un point (Fig. 7, q). Les fibres radiales vont ensuite dans le Stratum granulatum internum, où l'on retrouve également les corps fusiformes; mais, bien que les cellules de la couche y soient souvent collées, il n'y a cependant pas entre eux d'autre rapport (Fig. 7, l). Enfin, les fibres radiales, poursuivant leur marche en dehors, vont s'attacher à la surface interne de la Membrana intermedia, où leurs extrémités ont de la tendance à s'épanouir.

Les fibres radiales sont souvent invisibles; dans d'autres yeux, le nombre en est si grand que, dans leur passage à travers le Stratum granulosum, elles donnent à toute la couche un aspect strié dans le sens vertical. Leur origine en forme d'ombelle n'est non plus toujours visible, ce qui provient sans doute de la manière dont la coupe est faite. Passe-t-elle verticalement au milieu de l'intervalle entre deux rangées d'ombelles, on ne les voit qu'en partie ou pas du tout. En aucun cas, on ne peut voir l'ombelle tout entière au même foyer, lorsqu'elle est in situ entre les fibres cérébrales, mais cela devient plus facile, lorsqu'elle est détachée et flotte librement sur le bord d'une préparation.

II. Membrana limitans interna.

C'est une membrane transparente, sans structure, un peu plus épaisse que chez le brochet, et présentant en coupe verticale un double contour qui est toujours distinct, même si les fibres cérébrales placées en dehors, pour une cause ou une autre, sont invisibles (Fig. 7, r; Fig. 14, b). En regardant la surface interne de la membrane sur des préparations à l'acide chromique, on voit une quantité d'excavations planes, inégales, rondes, ovales ou un peu irrégulières, qui forment comme une mosaïque dans la masse

légèrement filamenteuse ou granulée environnante (Fig. 13). Elles sont dues à la circonstance que les ombelles des fibres radiales sont collées par leur base à la surface externe de la membrane, et que par leur contraction il se forme une excavation au milieu de chacune d'elles. On en trouve par suite une toute semblable sur les coupes verticales (Fig. 7, p, p), et je l'ai observée longtemps avant d'avoir constaté la présence de ces excavations sur toute la surface interne de la membrane. Remarquons toutefois que, sous le rapport de la grandeur, elles diffèrent beaucoup plus sur la surface interne de la membrane que sur les ombelles des fibres radiales, et qu'on ne saurait décider si à chaque excavation correspond justement une ombelle. Je ferai voir dans la seconde partie de mon mémoire que les excavations dont il s'agit sont un produit artificiel.

Sur la surface interne de la Membrana limitans interna, j'ai quelquefois observé de grandes cellules granulées à noyau clair; elles étaient disposées régulièrement.

PARS ANTERIOR RETINAE.

Plus la rétine s'étend en avant, plus elle s'amincit; son épaisseur commence déjà à décroître derrière l'équateur de l'œil. Les cellules du pigment diminuent de hauteur, et les globules huileux en sont plus clairs que d'ordinaire. Les bâtonnets deviennent non seulement plus courts, mais aussi plus minces; vers le bord arrondi qui termine la rétine en avant, je les ai toujours trouvés un peu obliques, ce qui peut-être est seulement dû à la préparation. Le nombre des cônes diminue. Le Stratum granulatum externum conserve longtemps son épaisseur ordinaire; les calottes et les cellules sont visibles presque jusqu'à l'extrémité antérieure arrondie de la rétine. Le Stratum granulatum internum, dont l'épaisseur décroît moins, s'arrondit en avant; les cellules, qui en sont presque aussi grandes que les cellules cérébrales, sont très distinctes; elles s'avancent un peu devant le Stratum granulosum, et se mêlent ensuite à ces dernières. Il s'ensuit que le Stratum granulosum ne s'étend pas aussi loin que les Stratum granulatum externum et internum; son extrémité fortement arrondie se trouve derrière l'arc que ces deux dernières couches forment par leur réunion, et les couches concentriques en sont distinctes partout. Les cellules cérébrales sont un peu plus petites qu'à l'ordinaire, mais le noyau en est distinct, et bien qu'elles forment à peine une couche, on en voit cependant jusque sur le bord arrondi de la rétine (Fig. 14). Les fibres cérébrales finissent par n'être plus visibles, mais l'espace qu'elles devraient occuper en dedans des cellules cérébrales est tout à fait transparent. Les fibres radiales sont très nombreuses, et toutes les couches qu'elles traversent présentent des stries verticales, qui sont surtout distinctes dans le Stratum granulosum et les Stratum cellularum et fibrarum cerebralium. Les ombelles qu'elles forment en dehors de la Membrana limitans interna, et les arcades où reposent les

cellules cérébrales, sont très développées, et on en trouve jusque sur le bord de la rétine (Fig. 14, a). Les stries formées par les fibres ne s'arrêtent pas au bord, mais continuent sur la surface postérieure de l'iris sur une longueur de 0mm.,075 environ, et passent ensuite insensiblement en une série de cellules allongées, disposées verticalement sur la surface postérieure de l'iris, sans pourtant que ce soit une véritable transformation des fibres en cellules. La surface postérieure des cellules est recouverte par une couche transparente, et celle-ci, par la Membrana limitans interna, qui s'amincit derrière l'iris, et ne présente plus de double contour en coupe verticale. Je crois que la Membrana intermedia, qui est du reste visible jusqu'au bord arrondi de la rétine, se réunit également à la couche striée derrière l'iris.

A 0mm.,175 du bord arrondi de la rétine, on trouve sur sa surface interne un grand vaisseau circulaire à section ovale. En ce point, la rétine s'est déjà amincie, mais elle conserve cependant la même épaisseur sur une courte étendue, après quoi elle se termine assez brusquement en un contour arrondi; un peu en dedans de cette courbure, il y a deux autres vaisseaux circulaires sur le derrière de la périphérie de l'iris. Tous ces vaisseaux se distinguent par une couche épaisse de fibres circulaires et de cellules épithéliales qui saillent dans la cavité des vaisseaux.

INTROITUS NERVI OPTICI.

Les coupes verticales, ou mieux encore un peu obliques du nerf optique, à son entrée dans l'œil, montrent qu'il se compose de faisceaux assez gros, qui sont entourés d'une gaîne de tissu cellulaire (Fig. 15). Cette gaîne, qui certainement doit exister autour des faisceaux dans le tronc même du nerf, les enveloppe complètement, et les fibres droites ou légèrement ondulées dont elle est formée, ont la plus grande ressemblance avec celles du tissu cellulaire ordinaire. Outre les fibres circulaires qui entourent chaque faisceau, il y en a d'autres qui y pénètrent, mais elles sont peu nombreuses, et on ne trouve ici aucune ombelle en dehors de la Membrana limitans interna. Mais lorsque le nerf optique commence de quitter la position verticale qu'il avait à son entrée dans l'œil, on voit que la plupart de ces fibres se dirigent en dehors, et traversent successivement le Stratum cellularum cerebralium et les autres couches de la rétine. Les cellules cérébrales apparaissent immédiatement autour du nerf optique après son entrée dans l'œil; elles sont un peu plus grandes que d'habitude, mais forment seulement une couche de 1—2 cellules d'épaisseur. A mesure que le nerf optique prend une position plus oblique, les gros faisceaux se divisent assez rapidement en faisceaux plus petits, qui se composent de 5—10 fibres, et rayonnent de tous les côtés. Il existe à peine une formation de plexus, et on voit seulement quelques fibres aller d'un faisceau à l'autre à travers les fentes qui les séparent.

Dans ces fentes brillent les cellules cérébrales. Dans le reste de son parcours, le nerf optique s'épanouit plus uniformément, et non en faisceaux, sur la surface interne de la rétine. A 1mm. environ de son entrée dans l'œil, le Stratum granulosum est plus mince que plus près de l'équateur de l'œil, tandis que la différence est moins grande dans le Stratum granulatum internum. La Membrana intermedia et le Stratum granulatum externum y sont plus épais que plus en dehors. Par contre, les bâtonnets sont plus courts près de l'entrée du nerf optique que vers l'équateur de l'œil. Les cônes manquent.

DIMENSIONS DE LA RÉTINE DE LA GRENOUILLE.

Epaisseur de la rétine en millimètres.	au milieu de l'intervalle entre l'entrée du nerf optique et l'équateur de l'œil.	à 0mm.,175 de l'Ora serrata.	à 0mm.,05 de l'Ora serrata.
Longueur totale d'un bâtonnet	0,097	0,026	0,020
Stratum granulatum externum	0,028	0,015	} 0,014
Membrana intermedia	0,006	0,005	
Stratum granulatum internum	0,078	0,059	0,059
Stratum granulosum	0,112	0,029	0,029
Stratum cellularum cerebralium	0,018	} 0,082	0,024
Stratum fibrarum cerebralium	0,021		
La rétine entière	0,360	0,166	0,146
Hauteur des cellules du pigment	0,077		
Largeur — — —	0,019		
Hauteur du fond clair de la cellule	0,009		
Longueur de la partie extérieure des bâtonnets	0,069		
— — — intérieure — —	0,028		
Largeur des bâtonnets	0,0059		
Longueur du prolongement des cônes	0,0081		
— corps —	0,02		
— de la pointe — —	0,012		
— totale des cônes	0,04		

La grandeur des noyaux de la Membrana intermedia varie de 0mm.,006 à 0,01, leurs intervalles, de 0mm.,015 à 0,03. La hauteur des cellules sur la surface postérieure de l'iris, est de 0mm.,023. Dix stries transversales sur un bâtonnet occupent un espace de 0mm.,0132, et, dans d'autres cas, encore moindre.

RÉTINE DE LA POULE.

PLANCHE III.

I. Stratum pigmenti.

Les cellules qui colorent en noir intense la surface interne de la choroïde sont plus basses et plus petites que chez le brochet et la grenouille. Bien que, chez la poule, il n'existe non plus entre elles de substance qui puisse les unir, elles tiennent cependant, à l'état frais, assez fortement les unes aux autres, sont jointes plus intimement à la rétine qu'à la choroïde, et leur structure ne peut être reconnue qu'après qu'elles ont été isolées; il faut toutefois procéder avec prudence, car autrement il peut facilement se produire des formes qui s'écartent des naturelles.

Les cellules du pigment ont la forme d'un cylindre à six pans, dont les angles sont, comme chez la grenouille, revêtus d'un filet noir. La membrane qui constitue le cylindre est claire et transparente, comme on peut le voir sur sa partie interne; mais le milieu du cylindre porte sur sa surface interne une couverture noire fixe, et la couleur noire de la cellule, en cet endroit, est due à un moindre degré à des molécules noires (Fig. 17 et 18).

La forme à six pans est surtout apparente vers l'extrémité externe du cylindre, qu'on la regarde d'en haut dans une position verticale, ou qu'elle soit à moitié renversée. Dans le dernier cas, on voit que la partie en question est claire et entièrement dépourvue de pigment; toutefois, je n'ai jamais réussi à y découvrir quelque noyau distinct, ni dans les cellules du pigment de la surface interne de la choroïde, ni dans celles de la surface postérieure de l'iris, tandis qu'en regardant les cellules d'en haut, on peut bien apercevoir une tache plus claire au centre. Lorsque la partie intérieure de toutes les cellules a été enlevée sur une grande surface, et qu'il n'en reste que le fond, on observe des ouvertures rondes, vides ou en tout cas claires, de grandeur très variable et régulièrement espacées, dans un champ d'ailleurs entièrement noir; on dirait une membrane noire perforée.

Le fond clair de la cellule perd facilement sa forme anguleuse, tant à l'état frais que dans les préparations à l'acide chromique. Elle s'efface peu à peu, et le fond

devient droit ou arrondi en dehors, en formant une demi-sphère assez claire; souvent il disparaît tout à fait et se montre aussi noir que le reste de la cellule; d'autres fois, il y a un passage graduel à la partie noire de la cellule (Fig. 17).

Les filets des angles du cylindre commencent immédiatement en dedans de la partie claire, avec une limite plus ou moins nette. La longueur en varie suivant la hauteur totale du cylindre, et ils sont limités de chaque côté par une ligne noire bien marquée. Intérieurement, chaque filet semble se diviser en deux, de sorte qu'il y a en tout 12 pointes fines, entre lesquelles on peut voir tendue la membrane claire des cellules du pigment (Fig. 18). Celle-ci paraît se terminer en dedans suivant une ligne droite, et peut se fermer en prenant la forme d'un bouton arrondi ou pointu, sur lequel on aperçoit quelquefois des plis distincts. Si elle se rompt, les filets deviennent libres, et on les trouve souvent ainsi en grandes masses avec des pointes de longueur variable selon les localités (Fig. 19).

A mesure que les cellules du pigment s'écartent de leur position verticale sur la choroïde, leur contour hexagone régulier s'altère de plus en plus, et devient rond, ovale ou irrégulier. Sont-elles tout à fait renversées, on les voit rangées en files, ou disposées en forme de tourbillon, ou se recouvrant les unes les autres comme les tuiles d'un toit. Lorsque, dans leur chute, elles restent attachées à la choroïde, on trouve la membrane couverte de séries de filets ou de pointes, parmi lesquels on peut cependant parfois distinguer les cellules d'après le nombre de filets qui ont appartenu à chacune d'elles. Il est très ordinaire de rencontrer des cellules de pigment isolées ayant la forme d'un pépin de pomme, dont la pointe est formée par les filets qui convergent en un point.

Lorsque la cellule du pigment est en voie de se dissoudre, les pointes des filets et puis les filets eux-mêmes deviennent peu à peu indistincts, et apparaissent seulement comme des stries granulées sombres à contours indécis (Fig. 17). Ils se dissolvent assez rapidement, et la cellule entière s'affaisse, en se transformant en un corps sphérique de grandeur variable, et plus ou moins revêtu de pigment liquide, quelques-uns de ces corps étant très foncés, et d'autres, plus clairs. La membrane claire qui s'étend entre les filets ne se conserve en général pas longtemps; elle se contracte souvent vers l'un des côtés, ou se ramasse en une pointe ou un petit corps hémisphérique. Cette dernière forme est surtout fréquente dans les préparations à l'acide chromique, où les cellules se conservent du reste bien; dans des circonstances favorables, on peut voir sur la membrane affaissée une ou plusieurs stries longitudinales, qui sont simplement des plis accidentels ou des traces laissées par les filets.

Les bâtonnets et les cônes plongent dans les cellules du pigment, et sont entourés de leurs gaînes; mais, d'après l'exposé qui va suivre, il est difficile de décider combien de bâtonnets et de cônes appartiennent à chaque cellule de pigment. Il n'est pas invraisemblable que les cellules du pigment ont des cloisons dans leur intérieur.

Dans le pigment qui couvre la surface postérieure de l'iris, les cellules à six pans ont le même diamètre que sur la surface interne de la choroïde, mais elles adhèrent plus fortement ensemble, et se laissent plus difficilement isoler; le cylindre tout entier est beaucoup plus bas. Lorsqu'elles tombent sur le côté, on peut bien rencontrer des formes allongées comme dans le pigment de la choroïde, mais on n'y voit ni filets, ni pointes saillantes, et elles ne se changent non plus en vésicules rondes. Toute la cellule est remplie de molécules libres qui manifestent le vif mouvement moléculaire habituel, ce qui n'est pas le cas pour les cellules de la choroïde.

2. Stratum bacillorum et conorum.

De même que chez les animaux précédents, les bâtonnets et les cônes sont disposés verticalement sur la surface interne de la choroïde; l'obliquité n'est qu'une suite de la préparation. Lorsqu'on fait des coupes verticales de la rétine, de préférence aussi près que possible de l'entrée du nerf optique, la rétine ayant en ce point sa plus grande épaisseur, on voit que la couche des bâtonnets et des cônes forme plusieurs zones: une extérieure, renfermant la partie extérieure des bâtonnets et les pointes des cônes, lesquelles sont le plus souvent détruites et présentent une masse confuse, et une intérieure, se composant de la partie intérieure des bâtonnets, et du corps et du prolongement des cônes; entre elles, les globules diversement colorés forment ensemble une bande plus foncée. La zone intérieure peut être divisée en deux. Les bâtonnets et les cônes sont en nombre très variable, car, dans quelques endroits, ils sont en nombre égal, tandis que, dans d'autres, tantôt les bâtonnets, tantôt les cônes prédominent; enfin les bâtonnets peuvent même faire complètement défaut.

a) Bâtonnets.

Les bâtonnets sont des corps très clairs qui se composent d'une partie extérieure et d'une partie intérieure.

La partie extérieure plonge dans la cellule du pigment, dont elle atteint le fond clair; elle est solide et forme une colonne à six pans, sans doute terminée extérieurement par une surface plane, et dont il est cependant difficile d'apercevoir les faces (Fig. 16, a). C'est seulement cette partie qui subit les altérations que l'on connaît, en se divisant en tranches, ou en s'enroulant de diverses manières (Fig. 20, a). Elle semble devenir plus longue lorsqu'elle est striée en travers. Les stries transversales se forment très rapidement après la mort; les tranches s'arrondissent, les contours en deviennent indécis, et finalement elles se dissolvent.

La partie intérieure, plus grande et plus claire, a une structure tout autre et bien plus complexe, et n'est jamais striée en travers. Elle se compose d'une membrane

cylindrique très fine avec un contenu finement granulé (Fig. 16, b), qui est plus dense près de la partie extérieure (Fig. 20, b), ce qu'on reconnaît plus facilement sur les préparations à l'acide chromique. Il y prend la forme d'un œuf, devient plus foncé et plus de deux fois aussi large que le reste du bâtonnet (Fig. 20, d). Lorsque celui-ci se rompt en cet endroit, le contenu en sort comme un léger nuage sans forme déterminée; sur les yeux frais, on voit souvent ce nuage suspendu à la partie extérieure du bâtonnet, ce qui contredit l'opinion d'après laquelle le contenu, pût-il même se condenser, serait un corps solide ou formerait une soi-disant lentille. Sur les préparations fraîches, mais encore mieux sur celles à l'acide chromique, on aperçoit en dedans de ce contenu un petit corps rectangulaire, clair et vide, à contour foncé, net, mais fin, et dont le plus long côté est parallèle à la direction du bâtonnet; il semble être solide (Fig. 20, c). Il est beaucoup plus étroit que la membrane environnante, de sorte qu'il y a un espace libre entre eux; la longueur en varie un peu. Lorsque la membrane du bâtonnet s'est vidée de son contenu, elle se serre autour du corps rectangulaire, et on voit en dehors et en dedans de ce dernier des débris de la membrane vide; cet aspect est assez ordinaire (Fig. 21). Le reste de la membrane s'affaisse rapidement; elle devient d'abord hastiforme (Fig. 21, a), et se réduit finalement à un filament mou et délié, ce qui avait en général fait croire, mais à tort, que le bâtonnet se terminait en une pointe et un filament. Le contenu peut aussi, dans cette partie, s'amasser en un point et produire une varicosité, mais cela est rare (Fig. 20, f). Le filament, ou plutôt la membrane, va enfin s'attacher à la surface externe de la Membrana limitans externa; cette extrémité peut conserver la largeur primitive de la membrane, de sorte qu'il semble que le filament s'est dilaté de nouveau (Fig. 20, e); on peut également y rencontrer un petit fragment arraché de la Membrana limitans externa (Fig. 21, b). Après que la membrane s'est transformée en un filament, elle résiste très bien aux influences extérieures, et ne s'altère pas davantage.

b) **Cônes.**

Il y a deux espèces de cônes: les cônes simples et les cônes jumeaux, ou, comme il vaut mieux les appeler chez la poule, les cônes doubles. Un cône simple se compose du corps avec son prolongement, de la pointe et d'un globule huileux entre le corps et la pointe.

Le corps du cône simple est formé d'une membrane cylindrique très fine avec un contenu clair (Fig. 16, c). Il est aussi brillant qu'un cylindre de verre. A l'état frais, il ne conserve que peu de temps sa forme cylindrique; le cylindre se contracte suivant sa longueur et s'épaissit surtout en dehors (Fig. 22), tandis que son extrémité intérieure à section plane, par laquelle il est fixé à la Membrana limitans externa, s'amincit; il se transforme finalement en un globule rond qui a le même aspect et le même éclat qu'un globule de verre (Fig. 23). Intérieurement, ce corps s'attache à la surface externe de la Membrana limitans externa, et y est uni plus étroitement que les bâtonnets.

Extérieurement, on voit dans le cylindre une lentille oviforme à contours très nets, qu'il est cependant difficile de distinguer à l'état frais (Fig. 22, a). A l'extrémité extérieure du cylindre est un globule huileux, dont nous parlerons plus tard avec plus de détail; sur les cylindres transformés en globules, on observe également un ou deux globules huileux.

Lorsque la rétine a été durcie dans l'acide chromique, le cylindre conserve sa forme, mais prend un aspect plus granulé. La lentille, qui est plus foncée que le reste du cône, et finement granulée, mais sans structure particulière, apparaît encore plus distinctement (Fig. 27, c, d, e), et l'on en voit partir une ou plusieurs stries fines qui se dirigent en long ou obliquement vers l'intérieur, mais ce ne sont que des plis de la membrane du cylindre, lesquels peuvent même donner au corps une striure longitudinale (Fig. 27, c). La lentille oviforme peut être creusée à l'extrémité qui regarde le globule huileux (Fig. 28, a, b). Le corps du cône se sépare en outre souvent en deux parties, l'une extérieure plus foncée, et l'autre intérieure plus claire (Fig. 27, g, h; Fig. 30, b); la séparation se manifeste d'abord par une tache plus claire qui se forme près de la Membrana limitans externa (Fig. 27, b, f), puis elle s'étend de plus en plus, et la partie intérieure du cylindre, répondant au prolongement du cône chez le brochet, se contracte et s'amincit. Sur un œil conservé pendant 20 ans, j'ai trouvé la membrane du cylindre, sur la partie intérieure, reconnaissable à un fin double contour de chaque côté. Cette séparation en une partie extérieure et une intérieure est plus fréquente et plus distincte chez le pigeon et le dindon.

La pointe du cône plonge dans la cellule du pigment, et est tournée en dehors, mais sans atteindre aussi loin que le bâtonnet (Fig. 16, d). Elle est solide, légèrement conique, émoussée à son extrémité, et tombe facilement à l'état frais. Dans les préparations à l'acide chromique, elle peut devenir plus mince ou plus large (Fig. 27, d, f), se courber en crochet et se couvrir de stries transversales (Fig. 27, h; Fig. 29, a), sans cependant se diviser en tranches comme les bâtonnets, avec lesquels il ne faut pas la confondre dans cet état; le corps du cône, au contraire, n'est jamais strié en travers. Il est très rare qu'il y ait deux pointes (Fig. 30, b, c); dans ce cas, on voit aussi une séparation dans le corps du cône, si l'on n'a du reste pas affaire à des cônes doubles. Les pointes, qui sont plus épaisses que d'ordinaire et qui présentent un sillon longitudinal, indiquent un dédoublement (Fig. 30, a).

La seconde espèce de cônes comprend *les cônes doubles*. Un cône double se compose d'un cône simple auquel est joint un cône plus petit, que nous appellerons *cône secondaire* (Fig. 16, f). Le cône secondaire a, dans ses parties essentielles, la même structure que le cône principal, mais il est plus court et notablement plus mince (Fig. 24); il est muni extérieurement d'une lentille oviforme (Fig. 24, a), qui toutefois est beaucoup plus petite que celle du cône principal, et le globule huileux en est également moindre. Au bout de peu de temps, le cône secondaire s'affaisse et forme une petite boule claire, sur laquelle est placée un globule huileux (Fig. 25), qui est aussi plus petit que le globule

correspondant du cône principal. Ce qui distingue surtout le cône secondaire, c'est la tendance du corps à se contracter de manière à former un filament qui va s'attacher à la surface externe de la Membrana limitans externa (Fig. 28). Ce caractère est encore plus distinct sur les préparations à l'acide chromique, où la partie extérieure du corps se présente ordinairement sous la forme d'une cornue. Au lieu de la lentille oviforme, on aperçoit quelquefois une rangée de gouttes claires (Fig. 28, c; Fig. 29, b). Vu la longueur moindre du corps, la pointe du cône secondaire ne s'étend pas aussi loin en dehors que celle du cône principal, mais elle à du reste le même caractère (Fig. 29, a). Elle tombe facilement.

Dans les cônes isolés, le cône principal et le cône secondaire sont, à l'état frais, unis suivant leur longueur, chacun étant muni extérieurement d'un globule huileux; intérieurement, la limite entre les deux cônes est le plus souvent indistincte (Fig. 26). Dans les préparations à l'acide chromique, ils sont faciles à distinguer, parce que le corps du cône principal conserve sa forme cylindrique, tandis que celui du cône secondaire prend la forme d'une cornue à long col (Fig. 29); cette différence indique une résistance différente dans la membrane ou le contenu du corps des deux cônes.

On trouve dans les cônes deux espèces de globules colorés, savoir les jaunes et les rouges (cramoisis), mais il y a aussi des nuances intermédiaires couleur d'orange. La substance de tous ces globules est huileuse, comme ils surnagent toujours sur le fluide environnant, et ne s'y mêlent jamais. Cependant les globules rouges, à l'état frais, peuvent, par leur réunion, former des globules 10—20 fois plus gros, ou même une masse si grande, que tout le milieu prend un aspect rougeâtre visible même à l'œil nu. De là vient aussi que cette couleur peut se communiquer aux cônes eux-mêmes ou à une partie d'entre eux, et leur donner un reflet rougeâtre, mais il est aussi possible que ce ne soit qu'un effet de réflexion. Les globules jaunes ne se réunissent jamais, ni ne colorent les cônes. Les globules tant frais que desséchés ou conservés dans l'acide chromique, présentent souvent au centre un point ou un petit cercle; mais ce n'est qu'un effet d'optique, et non l'indice d'une forme conique, comme je l'avais d'abord supposé, cette apparence changeant avec le foyer. Aux différences chimiques que j'ai signalées dans mes «Recherches microscopiques sur le système nerveux» p. 50, on peut ajouter que les globules se décolorent souvent, mais pas toujours, dans l'acide chromique ou la glycérine; ils gardent en général leur forme, mais se resserrent quelquefois; les rouges, en somme, se conservent peut-être mieux que les jaunes. Il est cependant assez certain qu'à l'état frais on rencontre, tant sur les cônes principaux que secondaires, des globules incolores, peut-être un peu plus petits, qu'il ne faut pas confondre avec des sections de corps de cône, qui d'ordinaire paraissent ovales (Fig. 29, d).

Bien que dans des cas rares, on puisse rencontrer des cônes simples avec une pointe, qui n'offrent pas trace de globules, c'est cependant une règle générale que les cônes

simples, comme les secondaires, ont chacun leur globule. Il est placé entre le corps et la pointe du cône, mais appartient au corps; tombe-t-il, l'extrémité extérieure du corps présente alors une concavité (Fig. 27, c; Fig. 29, c); ce n'est que très exceptionnellement qu'on rencontre un globule en liaison avec la pointe du cône seulement. Le globule semble être uni plus intimement au cône principal qu'au cône secondaire, parce qu'une partie du corps du cône principal tombe souvent en même temps que le globule.

Les globules jaunes appartiennent aux cônes simples et au cône principal des cônes doubles, les rouges, aux cônes secondaires; aussi rencontre-t-on souvent à côté l'un de l'autre un globule jaune et un rouge, par exemple, lorsqu'un cône frais s'est transformé en une boule claire (Fig. 23; le cône secondaire même ne se voit pas dans ce cas). Les globules jaunes sont un peu plus grands que les rouges; cependant on peut en trouver qui sont plus petits qu'à l'ordinaire.

Sur les coupes verticales, les globules sont rangés en files, mais suivant des rapports différents. S'il n'y a que des cônes doubles, on voit une file jaune en dehors et une file rouge en dedans (Fig. 16, A). Avec des cônes simples et des bâtonnets alternant, il n'y a plus qu'une file de globules jaunes (Fig. 16, B). Enfin, si des cônes doubles alternent avec des bâtonnets, on observe de nouveau deux files, l'une jaune en dehors, et l'autre rouge en dedans (Fig. 16, l). Les globules colorés constituent donc les meilleurs signes pour reconnaître les éléments que renferme la partie de la rétine dont on s'occupe, et de là dépendent aussi les intervalles divers mais déterminés qui séparent les globules, ainsi que leur nombre en général. Quelquefois, ils sont si rapprochés qu'ils se touchent; tantôt l'une, tantôt l'autre couleur prédomine, ou manque entièrement; c'est ce qu'on peut constater aussi bien sur les yeux frais que sur les préparations à l'acide chromique. Dans leur ensemble, les files des globules forment une bande sombre des deux côtés de laquelle s'étendent des zones à reflets variés, formées par les différentes parties des bâtonnets et des cônes.

3. Membrana limitans externa.

C'est une membrane indépendante qui, en coupe verticale, apparaît comme une ligne simple ou double bien marquée, et quelquefois, mais plus rarement, comme un fil de perles (Fig. 16, g). Lorsque la coupe est oblique, la ligne devient plus large, ce qui prouve que la membrane a une certaine épaisseur; cependant je n'ai pas réussi à la représenter de face. Sur les cônes principaux et secondaires isolés, on trouve, comme chez la grenouille, des fragments détachés de la membrane, qui les entourent comme d'un collet (Fig. 27—30).

4. Stratum granulatum externum.

Directement sur la surface interne de la Membrana limitans externa, et sur chaque cône principal et secondaire, est placée une calotte qui a exactement la largeur du cône,

mais est beaucoup plus longue sur les cônes principaux et les cônes simples que sur les secondaires (Fig. 16, h, i). La calotte se compose d'un petit cylindre arrondi en dedans, renfermant une masse finement granulée qui n'a pas l'éclat du corps du cône. Il n'y a pas de noyau dans les calottes. Elles s'altèrent très facilement, deviennent triangulaires, ou s'étirent en un corps lancéolé plus ou moins large ou étroit, qui, par un étranglement en forme de col ou un filament délié, est fixé à la surface interne de la Membrana limitans externa; plus le filament est long, plus la calotte s'est étirée et est devenue étroite et pointue (Fig. 27—30). Le filament délié qui part de la calotte, se dirige vers l'intérieur et va s'attacher à la surface externe de la Membrana intermedia, en se bifurquant souvent en deux rameaux qui embrassent un triangle formé par la membrane, mais qui ne constitue pas un corps distinct. Un petit corps ou noyau ovale est quelquefois intercalé dans le filament (Fig. 16, k). Je crois cependant que cela n'a lieu en général que pour les filaments qui partent des petites calottes des cônes secondaires; ces noyaux forment une rangée en dehors des noyaux des bâtonnets, et sont bien plus grands que ces derniers.

La membrane qui forme la partie intérieure des bâtonnets, se prolonge en dedans de la Membrana limitans externa comme un filament mince, qui est encore plus fin que ceux des cônes, mais s'attache également à la surface externe de la Membrana intermedia, après avoir reçu près de la membrane un petit grain ou noyau clair, pointu à ses deux extrémités (Fig. 16, l). Il se forme ainsi diverses rangées de corps: intérieurement les noyaux des bâtonnets, puis une série de corps plus gros, qui appartiennent (sans doute exlusivement) aux cônes secondaires, enfin extérieurement les grandes et les petites calottes des cônes. Tous ces corps peuvent bien avoir l'aspect de noyaux, mais la forme en est alors altérée, et, pour ce motif, le nom de Stratum granulatum externum ne convient qu'en partie à cette couche.

5. Membrana intermedia.

A la surface, elle apparaît comme une membrane à grains fins, parsemée de petits noyaux ronds plus foncés et à grains plus gros (Fig. 31). En coupe verticale, elle se présente comme une zone étroite, finement striée suivant sa longueur, qui sépare la couche précédente de la suivante (Fig. 16, m). La membrane a sa plus grande épaisseur dans la partie postérieure de l'œil, mais elle s'amincit en avant, et il est alors souvent difficile de l'apercevoir. Les noyaux y sont à moitié enfoncés; ils sont plus petits que chez le brochet et la grenouille, mais environ deux fois plus gros que les cellules dn Stratum granulatum internum; ils s'en distinguent aussi en ce qu'ils sont plus clairs. Les noyaux sont difficiles à observer en coupe verticale. Les filaments des bâtonnets et des cônes, comme nous l'avons vu, viennent s'attacher à la surface externe de la membrane en s'y épanouissant, et la rétine, lorsqu'elle se fend, leur reste ordinairement adhérente. Les

cellules du Stratum granulatum internum reposent directement sur la surface interne de la membrane, et il faut prendre garde ici de ne pas se tromper, au cas que la coupe ne soit pas tout à fait verticale mais oblique, car alors la membrane paraît non-seulement plus large que d'habitude, mais on dirait qu'une partie des cellules du Stratum granulatum internum entrent dans sa structure, et qu'elle se compose seulement de cellules ou de noyaux. Il ne passe aucun filament à travers la membrane.

6. Stratum granulatum internum.

Bien que les corps qui forment cette couche ressemblent à des noyaux, il est cependant vraisemblable que ce sont de véritables cellules, avec une membrane cellulaire qui les enveloppe étroitement (Fig. 16, n). Les cellules sont très pressées les unes contre les autres; elles sont rondes ou plus souvent encore anguleuses, surtout lorsqu'elles ont été durcies dans l'acide chromique, où elles se crispent en même temps. Elles sont logées dans une masse intercellulaire à grains très fins et assez abondante, qui se laisse le mieux observer dans les fissures accidentelles de la couche. C'est en dedans et en dehors qu'elles se trouvent en plus grande quantité; la rangée de cellules qui est située contre la Membrana intermedia, paraît souvent plus grande que les autres; au reste, les limites intérieure et extérieure en sont sombres et bien marquées, et le milieu de la couche est plus clair. Lorsque les cellules sont réunies en masse, les fibres radiales, qui traversent perpendiculairement la couche, sont cachées et semblent manquer; elles ne deviennent visibles que lorsque les cellules s'éparpillent, ou qu'il se forme des ouvertures entre elles. Les cellules pendent souvent en grappes aux fibres radiales, sans avoir cependant avec elles d'autres rapports.

7. Stratum granulosum.

Cette couche forme en coupe verticale une zone large, sombre, à grains assez grossiers, qui ne renferme pas de corps particuliers (Fig. 16, o). Par contre, on y voit quelquefois des stries plus ou moins concentriques, dont la largeur et les intervalles sont variables. Les fibres radiales qui, en grande quantité, traversent perpendiculairement la couche, coupent les stries à angle droit, et peuvent faire paraître la couche striée verticalement.

8. Stratum cellularum cerebralium.

Il est formé de cellules distinctes à membrane cellulaire très developpée et à noyau de grosseur moyenne (Fig. 16, p). Elles sont rondes ou ovales et de grandeur très variable, mais même les plus petites sont plus grandes que celles du Stratum granulatum

internum. Derrière l'équateur de l'œil, elles forment une couche de 3—5 cellules d'épaisseur. En coupe verticale, toute la couche apparaît comme une zone plus foncée que les couches contiguës, le Stratum granulosum et le Stratum fibrarum cerebralium; la limite entre elles et ces deux couches est assez tranchée. Je n'ai pas observé de ramifications des cellules cérébrales, ni de liaison entre elles et les fibres cérébrales.

9. Stratum fibrarum cerebralium.

Les fibres cérébrales forment en coupe verticale une large zone (Fig. 16, q). Elles ont l'aspect des fibres cérébrales ordinaires, et les varicosités y sont plus fréquentes et plus prononcées que chez le brochet et la grenouille; on peut, sur la même fibre, en rencontrer plusieurs de forme variable et tout à fait claires. Les fibres cérébrales sont plus foncées et plus épaisses que les fibres radiales, et ont une plus grande tension, comme elles courent parallèlement à côté les unes des autres sans former de Plexus.

10. Membrana limitans interna.

Cette membrane est plus mince que chez les animaux précédents, mais je n'ai pas réussi à y constater une composition semblable à celle que j'ai trouvée chez le brochet et la grenouille (Fig. 16, r). En coupe verticale, elle apparaît comme une ligne fine et nette à double contour.

11. Fibræ radiales.

A leur origine en dehors de la Membrana limitans interna, les fibres radiales semblent se comporter autrement qu'à l'ordinaire, en tant que la forme en ombelle ou en entonnoir, au lieu d'être générale, ne se rencontre ici que çà et là, la plupart des fibres commençant chacune immédiatement en dehors de la dite membrane (Fig. 16, s). Cette origine même est difficile à observer, parce que les fibres radiales sont très fines chez la poule, et beaucoup plus que chez le brochet et la grenouille. Elles traversent en grande quantité le Stratum fibrarum cerebralium en coupant ces fibres à angle droit, deviennent moins distinctes dans leur passage à travers le Stratum cellularum cerebralium, et pénètrent ensuite dans le Stratum granulosum, où elles sont fort nombreuses mais très fines, et produisent une striure serrée qui coupe à angle droit les stries concentriques de la couche; les fibres sont lisses, et ne présentent dans cette couche aucun renflement, comme chez le brochet et la grenouille. En pénétrant de là dans le Stratum granulatum internum, les fibres sont bien fines, pâles et à contour indécis, mais elles possèdent cependant une certaine force, car on peut les voir tendues en ligne droite à travers les fentes qui se

rencontrent fréquemment dans cette couche (Fig. 16, t). Sur la plupart des fibres, dans la même couche, on observe un renflement ou noyau étroit et fusiforme, qui est placé tantôt au milieu de la fibre, tantôt sur le bord. La masse intercellulaire à grains fins où les cellules de cette couche sont logées, entoure également les fibres radiales, et lorsqu'elles sont isolées, y reste adhérente en quantité plus ou moins grande (Fig. 16, u). Les fibres vont enfin s'attacher à la surface interne de la Membrana intermedia, et il est rare que l'une d'elles se divise avant d'y arriver. Elles se maintiennent bien dans l'acide chromique; je les ai vues dans des yeux qui avaient été conservés pendant 20 ans, mais il y a des yeux où elles ne sont pas tout à fait visibles, ou dans lesquels leur nombre est très réduit; cette variation se retrouve aussi en divers points, par exemple en avant.

PARS ANTERIOR RETINAE.

Toute la rétine s'amincit graduellement en avant, et se termine en un bord libre arrondi. Les cellules du pigment et leurs gaînes sont très distinctes ici. Les bâtonnets et les cônes vont jusque près du bord, mais en se rapetissant, et y ont à peine la moitié de leur hauteur primitive; les globules huileux des cônes sont décolorés pour la plupart. Sur le bord même, il n'y a peut-être ni bâtonnets ni cônes. Le Stratum granulatum externum diminue relativement beaucoup moins d'épaisseur, et les éléments s'en conservent très bien, et se laissent facilement isoler. Par contre, la Membrana intermedia est à peine visible. Les cellules du Stratum granulatum internum sont distinctes, mais toute la couche n'a qu'une faible épaisseur. Le Stratum granulosum va jusqu'au bord. Les cellules cérébrales diminuent constamment en nombre, mais on en voit encore quelques-unes sur l'extrême bord; elles y reposent à la surface sous la Membrana limitans interna, les fibres cérébrales ayant successivement disparu en avant, et n'étant plus visibles sur le bord. Les fibres radiales augmentent en force et en quantité vers le bord de la rétine, et peuvent former de nombreuses arcades en dehors de la Membrana limitans interna. Cette membrane adhère, comme d'habitude, très fortement au bord de la rétine et au tissu sous-jacent. Le bord de la rétine se relève un peu, et au-dessous commencent à se montrer des cellules verticales qui augmentent ensuite de hauteur derrière le corps ciliaire.

INTROITUS NERVI OPTICI.

Je me suis, pour cette recherche, servi du dindon, que j'ai trouvé plus commode que la poule. Après avoir traversé la sclérotique et la choroïde, le tronc du nerf op-

tique prend une forme allongée en s'épanouissant de chaque côté du Pecten. Si l'on fait des coupes verticales le long de ce dernier, on obtient des coupes transversales des feuilles verticales que les faisceaux du nerf optique forment avant de s'épanouir (Fig. 32). Cependant cette forme foliacée n'existe que sur une courte étendue, et n'occupe pas toute la longueur du Pecten. Les feuilles sont très près les unes des autres et séparées par un intervalle clair. Celui-ci est formé par une gaîne qui entoure tout le faisceau, et se compose d'une masse confuse striée, où l'on ne peut poursuivre des fibres déterminées; on n'y trouve non plus aucune formation particulière de noyaux. Les gaînes ont dès l'origine une épaisseur variable, et s'amincissent graduellement en dehors du Pecten, mais je n'ai pu suivre clairement leur transformation en fibres radiales, ni chez le dindon, ni chez la poule. L'intérieur du faisceau est rempli des extrémités coupées des fibres cérébrales. En dehors du faisceau, on trouve une, rarement deux couches de cellules cérébrales; puis vient le Stratum granulosum, où l'on peut déjà rencontrer des couches concentriques. La Membrana intermedia est distincte et striée en long sur les coupes verticales. Les calottes sont visibles dans le Stratum granulatum externum; la couche des bâtonnets et des cônes n'est guère plus basse que plus loin en dehors.

DIMENSIONS DE LA RÉTINE DE LA POULE.

Epaisseur de la rétine en millimètres.		au milieu de la moitié postérieure de l'œil.	à 0mm.,25 de l'Ora serrata.	à 0mm.1, de l'Ora serrata.
Pointe du cône principal	0,015			
Corps — —	0,037			
Pointe du cône secondaire	0,015			
Corps — —	0,032			
Partie extérieure du bâtonnet	0,023			
Partie intérieure du bâtonnet	0,039			
Le bâtonnet entier		0,062	0,025	0,018
Stratum granulatum externum		0,028	0,024	0,016
Membrana intermedia		0,008	0,002	
Stratum granulatum internum		0,144	0,048	0,044
Stratum granulosum		0,087	0,072	0,035
Stratum cellularum cerebralium		0,022	0,009	} 0,015
Stratum fibrarum cerebralium		0,115	0,008	
La rétine entière		0,466	0,188	0,128
Hauteur des cellules du pigment		0,053		
Largeur — —		0,0126		
Grandeur des noyaux de la Membrana intermedia		0,006		
Intervalle moyen entre ces noyaux		0,012		

RÉTINE DE L'HOMME.

PLANCHES IV, V, VI.

I. Stratum pigmenti.

Les cellules du pigment sont à six pans, et reposent sur la surface interne d'une membrane qui est couverte de noyaux nombreux et souvent disposés en files. Les cellules n'adhèrent que faiblement à la membrane; cependant elles y restent plus fréquemment suspendues qu'à la surface externe de la rétine. Comme il semble, elles ont partout la même largeur sur la surface externe de la rétine; elles peuvent bien varier de grandeur dans des yeux différents, mais en prenant la moyenne d'un grand nombre de mesures prises sur le bord de l'entrée du nerf optique, la Macula lutea, l'équateur de la rétine et l'Ora serrata, je n'ai pu trouver aucune différence. On ne saurait mieux comparer les cellules qu'à une boîte plate à six faces (Fig. 56). Le fond, tourné en dehors, n'en est pas entièrement plan, mais très légèrement convexe et plus clair que le reste de la cellule. Tout près du fond se trouve un noyau rond clair, qu'on ne peut cependant apercevoir en regardant la cellule de profil; je n'ai pas réussi à l'observer isolé. Lorsque la cellule est vue de profil, le couvercle de la boîte tourné en dedans apparaît comme muni intérieurement de dents fines et serrées, sur lesquelles j'ai vu quelquefois (chez le bœuf) une fine membrane claire, et qui peuvent aussi elles-mêmes être claires; je n'ai observé qu'une seule fois chez l'homme une cellule avec un épanouissement membraneux où les molécules du pigment fussent disposées en forme de stries (Fig. 56, b). Vu de face, le couvercle présente de petits anneaux serrés à bord épais et avec une petite ouverture, de sorte qu'il semble être percé de trous. Ce sont les gaînes serrées et peu élevées des bâtonnets et des cônes. Ces anneaux se retrouvent sur toute la surface interne de la cellule, par conséquent aussi au milieu, où l'on voit reluire le noyau comme un corps plus clair, plus ou moins recouvert par les molécules du pigment. Autour du noyau j'ai compté environ 16 anneaux dans un cercle, en dehors duquel il y a encore 1 ou 2 cercles complets. L'intérieur de la cellule est rempli de petites molécules ponctiformes, rondes ou ovales ou légèrement anguleuses, qui sont bien plus petites que les anneaux, et flottent

dans un fluide assez clair (Fig. 56, a). Lorsqu'elles sortent de la cellule, et se mêlent aux anneaux après la destruction de celle-ci, on en voit mieux les différences de forme et de grandeur.

Les cellules du pigment sont très molles, et il est difficile, à l'état frais, d'en distinguer la forme prismatique régulière, dont les angles ne tardent pas à s'arrondir ou à devenir irréguliers; le pigment s'en écoule ensuite, après quoi le couvercle se montre sur toute sa surface composé de petits anneaux, qui s'étendent aussi sur les bords, et remplissent l'intervalle entre deux cellules contiguës (Fig. 56).

2. Stratum bacillorum et conorum.

a) **Bâtonnets.**

A l'état frais, ils constituent un cylindre mince, terminé par une section plane, qui extérieurement plonge perpendiculairement dans une cellule de pigment, et intérieurement est fixé à la Membrana limitans externa (Fig. 33, a). La substance en est claire, brillante, à contours nets mais moelleux sur les côtés. Dans la partie intérieure, qui est la plus petite, elle semble être un peu plus fine, mais cette partie n'est séparée par aucune ligne transversale de la partie extérieure un peu plus foncée. Leur épaisseur, qui atteint son minimum près de la Macula lutea, augmente un peu dans le voisinage de l'Ora serrata. Leur longueur est maximum dans la partie postérieure de la rétine, et ne décroît que très peu à son équateur; sur l'Ora serrata, elle diminue d'un tiers (Fig. 58, a). Quant à leur nombre, qu'on peut seulement évaluer lorsqu'ils sont in situ, il est très variable. On prétend généralement que les bâtonnets manquent entièrement dans la Macula lutea; mais j'y ai à plusieurs reprises, dans des yeux différents, rencontré des bâtonnets isolés qui adhéraient à la Membrana limitans externa, et ne nageaient pas librement dans le fluide environnant; ils étaient transformés en un filament délié se terminant en un globule, comme nous le décrirons plus bas. Ayant trouvé de ces bâtonnets en des points de la Macula lutea où il n'y avait que des cellules cérébrales, mais où le nerf optique ne s'épanouissait pas encore, ils ne pouvaient être loin de la Fovea cœca; j'ai observé encore plus fréquemment des bâtonnets isolés semblables à une distance plus grande de la Fovea cœca. Les bâtonnets apparaissent distinctement sur la périphérie de la Macula lutea, et il faut se rappeler que les cônes, qui sont beaucoup plus nombreux, peuvent bien en cacher quelques-uns. En dehors de la Macula lutea, le nombre des bâtonnets va en augmentant; à $2^{mm.}$ de distance, sur des coupes verticales, on peut en rencontrer de 2 à 4 entre deux cônes, à l'équateur de la rétine, de 5 à 10 et, dans la moitié postérieure de l'œil, on trouve même quelquefois des parties où il n'y a que des bâtonnets et pas de cônes; ils deviennent ensuite moins nombreux en s'approchant de l'Ora serrata, où l'on n'en compte plus que 2—3 entre deux cônes. Les bâtonnets sont

donc plus nombreux, plus minces et plus longs dans la partie postérieure de la rétine que dans la partie antérieure.

Les bâtonnets sont bien très rapprochés les uns des autres, mais ils ne sont pas aussi serrés que chez les animaux précédents, et il y a entre eux, comme entre eux et les cônes, un intervalle bien marqué, de sorte que chaque bâtonnet est parfaitement distinct. Les intervalles doivent donc, à l'état frais, être remplis par un fluide. Chez le bœuf, où les bâtonnets sont plus fins que chez l'homme, ils sont séparés par un intervalle plus grand que leur épaisseur. La liaison des bâtonnets et des cellules du pigment est très lâche, et l'on ne rencontre jamais du pigment sur un bâtonnet isolé. Par contre, ils adhèrent plus fortement à la Membrana limitans externa, et même après leur rupture, on peut en voir de nombreux fragments fixés à la membrane.

Les bâtonnets sont très fragiles, se brisent facilement, et deviennent ainsi plus courts qu'à l'état normal. Il ne faut pas se laisser tromper par cette circonstance en évaluant l'épaisseur totale de la couche des bâtonnets et des cônes; la longueur des cônes, qui est toujours sensiblement moindre que celle des bâtonnets, parce qu'ils ne s'étendent pas si loin en dehors, pourra toujours au besoin servir de guide pour savoir si les bâtonnets ont leur longueur normale.

Lorsque les bâtonnets subissent de plus grandes altérations, la partie extérieure plus grande se recourbe en forme de crochet ou d'anse, a de la tendance à s'élargir et s'enroule finalement en une plaque ronde, la jonction des deux extrémités du bâtonnet disparaissant complètement (Fig. 34). Ils peuvent aussi devenir striés en travers; mais une division en tranches, telle que la présentent les bâtonnets épais des animaux précédents, est difficile à constater chez l'homme (Fig 34, a, a); il est seulement hors de doute que la partie extérieure est solide. La partie intérieure, au contraire, semble renfermer un liquide; elle devient en effet conique, et la pointe du cône s'étire en un filament plus clair, dont la longueur peut atteindre le tiers du reste du bâtonnet ou au-delà. Le cône peut se transformer en un globule clair qui adhère par le filament à la Membrana limitans externa; ce dernier traverse la membrane, et nous le retrouverons dans le Stratum granulatum externum. Les parties intérieures des bâtonnets forment ainsi par leur masse une bordure claire en dehors de la Membrana limitans externa. La couche entière des bâtonnets (et des cônes) est-elle détruite, par ex. par un durcissement trop fort dans l'acide chromique, elle forme une zone granulée foncée en dehors de cette membrane, et, d'après la largeur de la couche, on ne peut pas juger de la longueur des bâtonnets; la couche est naturellement encore plus altérée, lorsqu'elle a été comprimée dans la préparation, et elle peut l'être au point qu'on dirait qu'elle manque entièrement. Les bâtonnets sont l'élément qui s'altère le plus vite après la mort; s'ils sont bien conservés, on peut être assez sûr que le reste de la rétine est propre aux recherches.

b) **Cônes.**

Il y a chez l'homme deux espèces de cônes: les cônes simples et les cônes doubles. Un *cône simple* se compose, comme chez les animaux précédents, d'un corps, d'un prolongement et d'une pointe.

Le *corps* est cylindrique, plan en dedans, arrondi en dehors (Fig. 33, b). Il est formé d'une membrane très fine, dont la continuation constitue le prolongement, et qui renferme une substance homogène claire; la membrane n'est pas visible à l'état frais, mais le corps du cône présente un simple contour net et moelleux.

Le *prolongement* est la continuation immédiate de la membrane qui forme le corps, mais le contenu en est plus clair et plus fin. Il est ordinairement plus court que le corps. Intérieurement, il est fixé à la surface externe de la Membrana limitans externa, et y adhère plus fortement que les bâtonnets; aussi peut-on rencontrer des débris de prolongements sous forme de petits triangles, après qu'ils ont été arrachés de la membrane. Lorsque les cônes sont rangés en files à côté les uns des autres, les prolongements forment une bordure plus claire tout près de la même membrane.

La *pointe* est également cylindrique, mais beaucoup plus mince que le corps; elle peut être si mince qu'elle apparaît seulement comme une simple strie foncée, mais en général, elle présente de chaque côté un contour sombre bien marqué. La substance en est beaucoup plus ferme et plus foncée que celle du corps, et déjà, à l'état frais, on y voit des traces de stries transversales. Chaque cône n'a ordinairement qu'une pointe, mais sur la périphérie de la Macula lutea, il n'est pas rare qu'on en trouve deux, séparées ou contiguës. On reconnaît le plus facilement l'existence de deux pointes, lorsqu'un morceau de l'une d'elles est tombé par accident, et qu'elles sont par suite de longueur différente (Fig. 37, l).

La longueur des cônes varie beaucoup dans le même œil suivant les diverses localités; il est bien possible qu'elle varie même chez des individus différents (adultes). Pour en étudier la structure, il faut donc choisir divers points de la rétine. Les cônes les plus longs se trouvent juste en dehors de la Fovea cœca (Fig. 52, a); leur longueur diminue ensuite extérieurement dans la Macula lutea (Fig. 45, a), et plus extérieurement encore, sur l'Ora serrata (Fig. 58, b), où elle est deux fois moindre qu'en dehors de la Fovea cœca. En ce dernier point, les cônes sont en même temps les plus minces — ils n'y sont guère plus épais que les bâtonnets — et leur épaisseur augmente ensuite en dehors, dans la Macula lutea, et atteint son maximum vers l'équateur de l'œil et sur l'Ora serrata (Fig. 35, B). La longueur et l'épaisseur de la pointe suivent en général celles du corps, de sorte que les pointes les plus fines se trouvent dans la Macula lutea, et les plus épaisses, en dehors de celle-ci; la différence entre les pointes, dans les diverses localités, n'est cependant pas aussi marquée que celle entre les corps. L'épaisseur et la longueur des cônes sont en raison inverse l'une de l'autre.

Le nombre des cônes varie également, comme nous l'avons déjà dit à propos des bâtonnets. En dehors de la Fovea cœca et dans la Macula lutea, il n'y a que des cônes, et les bâtonnets ne se montrent qu'isolément; leur nombre diminue ensuite extérieurement dans la moitié postérieure de l'œil, pour augmenter de nouveau vers et sur l'Ora serrata. Vis-à-vis de la Macula lutea, de l'autre côté de l'entrée du nerf optique, la couche des bâtonnets et des cônes a une épaisseur notable; mais il n'y a en cet endroit presque pas de bâtonnets, ordinairement un seul entre deux cônes; quelquefois, on n'y voit absolument que des cônes, et ils sont longs et épais. Dans l'espace compris entre l'entrée du nerf optique et la Macula lutea, on trouve des cônes très épais et des bâtonnets en grand nombre.

Les cônes sont bien verticaux et très rapprochés, mais il existe cependant entre eux un mince intervalle; bien que dans les endroits où il n'y a que des cônes, il soit encore plus petit que l'intervalle entre les bâtonnets, il est pourtant suffisant pour laisser voir le contour de chaque cône. Les cônes avec leurs pointes ne s'étendent pas extérieurement aussi loin vers le pigment que les bâtonnets; mais on ne connaît pas encore bien ce qui entoure immédiatement les pointes, comme les gaînes du pigment, vu leur faible hauteur, ne sauraient jouer le même rôle chez l'homme que chez les animaux précédents. Le fond arrondi du corps du cône, est situé environ au niveau du point où le bâtonnet se divise en une partie intérieure et une partie extérieure.

Quoique les cônes résistent bien mieux que les bâtonnets aux influences extérieures, ils subissent cependant de profondes altérations, qui, ici comme ailleurs, sont une conséquence immédiate de la cessation de la vie, dont l'effet est pourtant moins sensible sur les cônes, ou sont dues aux divers traitements auxquels on les soumet pour en étudier la structure et l'essence.

En ce qui concerne le corps et le prolongement des cônes, c'est seulement le traitement par l'acide chromique qui permet de reconnaître qu'ils renferment un contenu et sont entourés d'une membrane. Le contenu clair du corps devient uniformément granulé, ou s'accumule de diverses manières dans son intérieur, dans quelques points plutôt que dans d'autres, tantôt ressemblant à s'y méprendre à un noyau, tantôt sous la forme de taches ou de gouttes distinctes (Fig. 35, A, b, B, c; Fig. 36, A, a). Lorsque le prolongement a été enlevé, on observe sur le corps du cône une petite ouverture en forme d'anneau rond ou ovale, par laquelle on peut voir dans son intérieur (Fig. 36, A, B). Cette ouverture se trouve aussi bien sur les cônes minces de la Macula lutea que sur les cônes épais. Le corps du cône change en même temps de forme, et, comme chez les animaux précédents, prend l'aspect d'une bouteille ou d'une cornue; il est rare qu'il se renfle d'une manière irrégulière, ou devienne strié à la surface; finalement, il se change en un corps ovale ou rond avec une ouverture annulaire (Fig. 36, B) d'autant plus grande que le corps est plus large. Cette ouverture est cependant difficile à distinguer; dans beaucoup d'yeux on ne la voit pas du tout, mais le corps est changé en une plaque ronde ou ovale,

uniformément granulée, à contours peu marqués et sans ouverture visible (Fig. 36, l). Dans cet état, les cônes ne doivent pas être confondus avec les cellules cérébrales de la rétine ni avec des bâtonnets enroulés.

Que le cône soit une vésicule avec un contenu, cela résulte également de son prolongement, qui, de même que chez la poule, peut être limité de chaque côté par un fin double contour (Fig. 35 A, a). Le prolongement possède une certaine indépendance; il peut se renverser, ce que le corps du cône ne fait pas, devenir plus long et plus étroit et constituer le col du corps en forme de bouteille que représente le reste du cône; le col de la bouteille peut se rétrécir tellement, que les deux doubles contours se touchent presque ou se confondent en un seul. Mais, d'un autre côté, on trouve aussi que le contenu du corps du cône et celui du prolongement n'en font qu'un, et forment ensemble un seul corps granulé; qu'il n'en manque aucune partie, résulte du fait qu'on les voit dans cet état adhérer à la Membrana limitans externa (Fig. 35, l). Il semble donc qu'il y a bien une communication entre les membranes du corps du cône et de son prolongement, mais que le contenu plus épais du premier ne se mêle à celui du second que dans des circonstances particulières.

Relativement aux pointes des cônes, nous avons remarqué plus haut qu'on y trouve déjà à l'état frais des vestiges de stries transversales. Les stries deviennent encore plus distinctes sous l'action de l'acide chromique (Fig. 35, l). Toutefois, les pointes ne se divisent pas en tranches comme les bâtonnets, et elles s'en distinguent également par leur plus grande raideur et leur teinte plus foncée. Même lorsqu'elles se recourbent en forme de S ou de crochet, comme cela arrive fréquemment, elles diffèrent cependant des bâtonnets qui ont subi une altération analogue, et elles semblent formées plutôt de grains sombres que de tranches. Du reste, on peut rencontrer sur les corps des cônes des files entières de pointes ainsi altérées, de même qu'on rencontre des files de bâtonnets altérés sur la Membrana limitans externa. Lorsque la partie intérieure des bâtonnets s'est transformée en un filament délié se terminant en un globule, on ne peut non plus la confondre avec des pointes altérées, parce que le filament des bâtonnets est beaucoup plus fin, et le globule parfaitement clair, tandis que les pointes sont plus grosses et plus foncées. Dans d'autres cas, il n'y a pas de stries transversales sur les pointes des cônes, mais la pointe s'élargit alors, soit à l'endroit où elle part du corps, de sorte que la limite qui les sépare est presque effacée, soit à son extrémité même (Fig. 35, A, B); il est très rare que les longues pointes dans la Fovea cœca soient dilatées dans leur partie médiane. Les pointes qui se sont ainsi élargies n'ont pas de tendance à se recourber, mais restent droites, et on peut les rencontrer entrelacées les unes dans les autres, sans qu'elles montrent aucun signe de leur fragilité habituelle. Toutes les pointes disparaissent d'ailleurs très facilement, et on les cherche en vain dans le pigment lorsque les corps des cônes les ont perdues, même si la choroïde est comprise dans la coupe.

Dans ce qui précède, il a seulement été question de cônes simples; cependant j'ai aussi rencontré des *cônes doubles* chez l'homme, notamment dans la Macula lutea, mais ils se trouvent peut-être aussi fréquemment ailleurs (Fig. 36, C, b; Fig. 37, A, B). Le cône principal se comporte comme à l'ordinaire. Le cône secondaire est plus mince et plus petit, mais je ne saurais dire si, à l'état frais, il a la même structure que le cône principal. Les altérations qu'il subit dans l'acide chromique ne semblent pas l'indiquer, car il prend alors la forme d'une bouteille à long col mince et à corps ovale. Le col est en général foncé et à gros grains, parfois plus large en dedans, tandis que le corps est clair et à grains fins. Le cône secondaire saille toujours un peu plus en dehors que le cône principal, mais je ne l'ai jamais trouvé muni d'une pointe, même s'il y en avait une sur le cône principal contigu. Il ne faut pas confondre les cônes secondaires altérés avec les bâtonnets transformés en un filament délié avec un globule au bout.

3. Membrana limitans externa.

En coupe verticale, elle apparaît tantôt comme une ligne simple, tantôt comme un double contour dont les lignes sont parallèles ou non; quelquefois elle se présente sous la forme d'un fil de perles, ou est irrégulièrement interrompue et comme hachée, mais sans stries verticales (Fig. 33, c). Quoique l'épaisseur de la membrane varie dans des yeux différents, elle semble cependant rester la même dans les différents points d'une même rétine.

La membrane est indépendante, mais elle ne peut être représentée isolée, et est quelquefois difficile à distinguer. A sa surface extérieure viennent aboutir les bâtonnets et les cônes. Des bâtonnets part un filament délié qui traverse la membrane, mais quoiqu'il soit facile de voir les bâtonnets avec leurs filaments, il n'est cependant pas possible d'observer les petits trous par lesquels ces derniers doivent passer. L'union avec les cônes est plus étroite. Comme nous le montrerons tout à l'heure, chaque cône porte en effet à son extrémité intérieure une calotte, qui est placée dans le Stratum granulatum externum immédiatement sur la surface interne de la membrane. Lorsque les cônes ont été arrachés accidentellement, on voit non-seulement entre chaque cône et sa calotte une ligne simple ou double comme vestige de la membrane, mais on peut aussi y rencontrer tout un fragment détaché de la membrane, et entourant comme d'un col la ligne de séparation entre le cône et sa calotte. Par suite de cette union étroite entre les cônes et la membrane, il n'est guère possible d'apercevoir celle-ci de sa surface externe. Par contre, j'ai réussi à en voir la surface interne dans la Fovea cœca. Elle s'y présente comme une membrane homogène et claire, recouverte d'un grand nombre de petites saillies hémisphériques et régulièrement disposées; ces saillies sont les calottes des cônes, qu'on

voit d'en haut ou d'un peu de côté (Fig. 54 et 55). J'ai observé ainsi cette membrane encore plus distinctement chez le singe.

4. Stratum granulatum externum.

Sur la surface interne de la Membrana limitans externa se trouve, sur chaque cône, une calotte hémisphérique, généralement appelée grain de cône, dénomination qui ne convient pas, et que par cette raison j'ai abandonnée (Fig. 33, d). La grandeur des calottes correspond exactement au diamètre de leurs cônes respectifs; aussi sont-elles très petites en dehors de la Fovea cœca, où elles forment comme une rangée de perles (Fig. 52, c), et grandes extérieurement dans la Macula lutea (Fig. 45, c), vers l'équateur de l'œil (Fig. 33, d) et sur l'Ora serrata (Fig. 58, d); elles sont également grandes vis-à-vis de la Macula lutea, de l'autre côté de l'entrée du nerf optique, où les cônes l'emportent de beaucoup en nombre sur les bâtonnets. La structure en est donc plus facile à étudier dans de telles localités. La calotte est plate dans la partie qui repose sur la Membrana limitans externa; intérieurement, vers le centre de l'œil, elle est hémisphérique ou ovale, avec un contour fin et bien marqué. Elle se compose d'une masse claire homogène, et dans les grandes calottes on voit une tache plus claire, ronde ou un peu ovale, qui est peut-être un véritable noyau; dans les petites, cette tache n'est pas visible, et il est en général difficile de l'apercevoir. Le nombre et les intervalles des calottes correspondent naturellement à ceux des cônes; dans la Fovea cœca et la Macula lutea, elles sont très rapprochées, en laissant toutefois entre elles de petits intervalles réguliers.

Lorsque les calottes sont nombreuses et bien conservées, elles forment une lisière assez claire le long de la surface interne de la Membrana limitans externa, mais elles s'altèrent facilement, parce qu'elles sont très molles, et elles peuvent disparaître complètement si on les comprime pendant la préparation. Dans d'autres cas, elles s'étirent, deviennent sphériques, lancéolées, coniques, ou irrégulières et sinueuses dans leurs contours (Fig. 38, a; Fig. 48, a; Fig. 58, d); souvent la partie fixe présente un étranglement, et lorsque les calottes sont devenues pointues à leurs deux extrémités, elles ressemblent aux autres grains de la couche qui nous occupe, sont plus foncées et renferment des granules plus grands et plus sombres que les corps altérés des cônes; cela devient surtout frappant, lorsqu'on trouve les calottes altérées sur la partie intérieure plus claire des cônes.

La masse principale du Stratum granulatum externum est ensuite formée de globules particuliers, ovales, ronds ou un peu anguleux (Fig. 33, e; Fig. 45, d; Fig. 52, d). En ce qui concerne l'homme, j'hésite à les appeler des cellules, parce qu'on ne peut y distinguer les parties constituantes ordinaires d'une cellule, tandis qu'on rencontre des granules ou 2—3 points dans ces corps primitivement clairs et plus tard foncés. Chez d'autres mammifères, le bœuf par exemple, ce sont de véritables cellules avec un noyau. Chez

ce dernier animal, j'ai, à l'aide d'un fort grossissement (864 fois), observé sur les globules jusqu'à 5 stries transversales, mais il y en avait moins sur d'autres et elles manquaient chez la plupart; ce caractère est donc très inconstant, et dépend du degré de coagulation et de l'action de la lumière dans l'intérieur des cellules. Je ne l'ai pas observé dans l'œil de l'homme. Les globules d'où la couche tire son nom, y reposent sur et entre les calottes des cônes, quelquefois empilés en colonnes verticales. Le nombre en est maximum extérieurement et au milieu, et diminue intérieurement, d'où il suit que la couche forme intérieurement une zone plus claire sans limite bien définie, les globules y étant plus clair-semés. Les globules se distinguent des calottes en partie par leur forme, en partie par la circonstance que ces dernières sont plus pâles et ont un contour plus vague, tandis que celui des globules est sombre et bien marqué, et leur contenu brillant. Les globules sont partout plus petits que les cellules que nous trouverons dans le Stratum granulatum internum, mais, dans le voisinage de la Fovea cœca, j'en ai, à plusieurs reprises, rencontré d'aussi grandes. Leur grandeur est du reste indépendante de celle très variable des calottes des cônes.

Outre les calottes et les globules, on trouve encore dans cette couche des filaments qui partent soit des bâtonnets, soit des calottes des cônes.

De l'extrémité intérieure des bâtonnets part un filament délié qui traverse la Membrana limitans externa, et porte à une courte distance de celle-ci un grain qui semble différer des autres globules de cette couche, en ce qu'il est plus pâle, de forme allongée et terminé en pointe à ses deux bouts, et en général plus petit. Dans son parcours intérieur en ligne droite ou un peu sinueux, le filament est uni soit directement soit par de courtes tiges à une partie des globules de la couche (Fig. 33, f). De la calotte des cônes part également un filament, sans qu'on puisse voir entre eux une séparation; cependant il est quelquefois plus épais à son origine et, dans cette partie, il est plus gros que le filament du bâtonnet, et a un contour plus fort (Fig. 33, g). Les globules de la couche s'attachent également aux filaments des cônes, car non-seulement on les voit en contact avec eux, mais on rencontre aussi des filaments de cônes munis de petites branches latérales d'où les globules sont tombés (Fig. 38, b), et qui ont la même épaisseur que le tronc. La liaison des globules et des filaments tant des bâtonnets que des cônes, est très faible à l'état frais, mais elle devient plus solide, lorsque l'œil a été durci dans l'acide chromique. On rencontre aussi des globules terminés en pointe aux deux bouts, mais il n'est pas probable qu'ils aient été fixés aux filaments par plus d'un, ou qu'il y en ait eu d'autres intercalés dans leur parcours que le premier globule des filaments des bâtonnets. Toutefois, il n'est guère admissible que tous les globules aient originairement été fixés aux filaments, parce que, dans plusieurs endroits, ils sont beaucoup trop nombreux relativement à ceux-ci. En outre, le nombre des globules varie considérablement, tandis que celui des filaments des bâtonnets et des cônes doit être

invariablement le même dans toute la rétine, parce que la somme des bâtonnets et des cônes est en général partout constante. Que les globules dussent être placés seulement sur les filaments des bâtonnets et non sur ceux des cônes, cela est contredit par le fait que, dans la Macula lutea, on ne trouve, à quelques rares exceptions près, que des cônes, mais des globules en grande quantité; il faudrait donc que les globules y fussent tous libres et non fixés à des filaments (Fig. 52, d).

En dedans des globules, les filaments des bâtonnets et des cônes constituent dans leur ensemble la partie filamenteuse du Stratum granulatum externum, et ne sont plus recouverts d'autres corps (Fig. 33, h). Ils augmentent en force, sont plus gros qu'à leur point de départ, et on ne peut plus distinguer les filaments des bâtonnets de ceux des cônes. Ils sont très mous et clairs; la surface n'en est pas aussi unie que celle des fibres du tissu cellulaire, mais les bords en sont finement ponctués et, après le traitement par l'acide chromique, granulés et souvent même rugueux et inégaux; ils sont plus larges que les fibres radiales que nous trouverons dans les couches situées en dedans de la Membrana intermedia. Par leur grand nombre, les filaments produisent sur les coupes verticales une striure uniforme dirigée dans le même sens. Dans les conditions normales, ils suivent une ligne droite sans présenter de renflement, et aboutissent à la Membrana intermedia; mais, comme ils ne sont pas en contact immédiat les uns avec les autres, les intervalles qu'ils laissent entre eux sont remplis par un fluide, ce qu'on ne peut cependant constater que sur des yeux durcis. Ils ne se ramifient pas, et les petites branches latérales qu'on y rencontre quelquefois ont appartenu à des globules qui sont tombés.

Les filaments aboutissent intérieurement à la Membrana intermedia, et s'y arrêtent; comme nous le verrons, il n'y a rien dans la structure de la membrane, ni striure verticale ni autre signe, qui indique qu'ils la traversent (Fig. 38, c). Même avec une très forte lentille d'immersion, on ne peut découvrir que les filaments aillent au-delà de la Membrana intermedia. Ils aboutissent donc directement à la surface externe de cette membrane, d'où partent comme de petits prolongements qui vont à leur rencontre. On dirait par suite que les filaments, pris deux à deux, forment à leurs extrémités des arcades sur la surface externe de la membrane, et il est même probable que cela se passe réellement ainsi, parce qu'on peut suivre les filaments dans les bords mêmes des arcades (Fig. 49, a). Dans quelques cas, on rencontre dans la Macula lutea, immédiatement en dehors de la Membrana intermedia, une rangée de corps séparés par de petits intervalles réguliers, et qui ne semblent avoir rien de commun avec les extrémités des filaments. Ces corps sont ovales ou pyriformes avec la pointe en dehors, quelquefois un peu irréguliers, et plus foncés que leur entourage (Fig. 50, a). Quelques filaments semblent bien y pénétrer, mais la plupart en traversent les intervalles en se rendant à la Membrana intermedia; ce ne sont donc pas des expansions des filaments. Souvent on trouve un

amas à grains fins sur la surface externe de la Membrana intermedia, juste à l'endroit où aboutissent les filaments (Fig. 49, b).

L'épaisseur du Stratum granulatum externum varie beaucoup dans les diverses localités de la rétine. Faible dans la Fovea cœca, où il y a rarement plus de 6 globules empilés les uns sur les autres, elle augmente d'une manière uniforme extérieurement et de tous les côtés dans la Macula lutea, et devient maximum au milieu de ses moitiés supérieure et inférieure; toutefois, ce n'est pas tant l'accroissement du nombre des globules que de la masse de la partie filamenteuse, qui contribue à l'épaisseur prépondérante de la rétine en ce point, épaisseur telle que la couche, dans les coupes verticales, est même très distincte à l'œil nu. Nous reviendrons d'ailleurs plus en détail sur la structure de cette partie de la couche en décrivant la Macula lutea. A la périphérie de celle-ci, les filaments deviennent plus courts, après quoi toute la couche conserve environ la même épaisseur jusque de l'autre côté de l'équateur de l'œil; même à un millimètre de l'Ora serrata, l'épaisseur ne diminue que très peu, et aux pointes de l'Ora, elle est seulement d'un tiers plus petite qu'à un millimètre du même point. Cela n'est vrai cependant qu'en ce qui concerne la part que prennent les globules dans l'épaisseur de la couche; car la longueur des filaments, dans la partie filamenteuse, s'y réduit souvent à si peu de chose qu'ils ne peuvent guère contribuer à l'épaisseur de la couche, et sont même difficiles à observer, surtout s'ils ont été comprimés par la préparation. Lorsqu'en pareil cas, la Membrana intermedia est en même temps devenue invisible, les cellules du Stratum granulatum internum touchent directement les globules du Stratum granulatum externum. Les filaments eux-mêmes m'ont souvent paru moins nombreux derrière l'équateur de l'œil que dans la Macula lutea. Mince à l'entrée du nerf optique (Fig. 44, a), la couche augmente ensuite d'épaisseur, et vis-à-vis de la Macula lutea, de l'autre côté de l'entrée du nerf optique, elle est épaisse et striée verticalement par les filaments; la rétine, en ce point, se fend facilement en dehors de la Membrana intermedia. De même que cette couche est très marquée dans toute l'étendue de la rétine, de même c'est celle qui résiste le mieux aux influences extérieures, et elle peut se conserver intacte après la déstruction des éléments des autres couches.

5. Membrana intermedia.

La Membrana intermedia est une membrane indépendante, et non pas seulement un épanouissement des filaments qui y aboutissent. En coupe verticale, elle apparaît comme une zone claire sans structure ou finement ponctuée entre les Stratum granulatum externum et internum, mais elle n'est jamais striée verticalement, comme si des filaments la traversaient dans le même sens (Fig. 33, i). A sa surface externe aboutissent, comme nous l'avons vu, les filaments des bâtonnets et des cônes, et à sa surface interne, les fibres

radiales (Fig. 33, i; Fig. 38, c; Fig. 49, c; Fig. 50, b). Son épaisseur, très variable, est maximum au milieu des moitiés supérieure et inférieure de la Macula lutea, et diminue vers la Fovea cœca et sur les côtés; elle est distincte dans tout l'hémisphère postérieur, mais à l'équateur de l'œil, elle n'a que la moitié ou le tiers de son épaisseur primitive; dans la partie antérieure de l'œil, elle est à peine visible.

Il faut prendre garde de se tromper lorsque la coupe est oblique, ou que les filaments du Stratum granulatum externum ont été pressés sur la membrane par la préparation, car elle paraît alors plus large et en même temps striée verticalement, ce qui n'est pas le cas à l'état normal; les cellules du Stratum granulatum internum peuvent également se pousser sur la membrane et la cacher, comme je l'ai déjà fait observer à l'occasion de la poule. Il ne faut non plus confondre la coupe de la Membrana intermedia avec un vaisseau qu'on rencontre souvent dans le Stratum granulatum internum, soit sur la surface interne de la membrane soit à une petite distance de cette surface (Fig. 33, k; Fig. 49, d). Ils ont fréquemment la même épaisseur, mais le vaisseau a un contour plus nettement marqué, et il présente ordinairement de chaque côté une double ligne fine qui indique l'épaisseur de ses parois; on peut en outre observer sur sa surface interne une formation nucléaire, ou le trouver rempli de globules sanguins. La membrane est en général plus épaisse que le vaisseau, et son contour plus moelleux, même si les cellules du Stratum granulatum internum sont pressées en ligne droite contre sa surface interne; les parois du vaisseau sont d'ailleurs parallèles, ce qui n'est au moins pas toujours le cas avec la membrane, et à l'ordinaire le vaisseau n'est pas visible sur une aussi longue étendue que la coupe de la membrane. Tout doute disparaît lorsque, comme il arrive souvent, on peut, sur la même préparation, observer le vaisseau et la coupe de la membrane.

L'observation de la Membrana intermedia chez l'homme est en général fort difficile. J'ai rencontré des yeux où elle était visible sur presque toutes les coupes; mais j'en ai disséqué une quantité d'autres où on ne pouvait la découvrir qu'avec la plus grande peine, ou dans lesquels elle échappait complètement aux regards. La membrane est très molle et s'altère par un durcissement trop fort ou trop faible; lorsqu'elle a été comprimée par la préparation, on ne voit qu'une bande étroite, granulée, un peu sombre, et comme celle-ci apparaît tantôt plus épaisse, tantôt plus mince, il est difficile de déterminer la véritable épaisseur de la membrane. Lorsqu'elle est bien conservée, on aperçoit déjà avec un faible grossissement, sur la surface externe du Stratum granulatum internum, une couche qui ne participe pas à la striure du Stratum granulatum externum, et qui peut guider si on emploie un grossissement plus fort, mais il ne faut pas se laisser tromper par le vaisseau mentionné plus haut, lequel, par un déplacement peut-être tout accidentel, peut souvent être situé juste à la séparation des Stratum granulatum internum et externum. La membrane est surtout facile à trouver dans la Macula lutea; mais, dans beaucoup de cas, elle

est tout aussi distincte près de l'entrée du nerf optique ou immediatement derrière l'équateur de l'œil.

J'ai en vain cherché chez l'homme une formation de noyaux semblable à celle qui est si caractéristique sur la Membrana intermedia des animaux précédents; par contre, je l'ai observée chez le cheval, le chien et surtout chez le bœuf. La Membrana intermedia n'est pas toujours visible chez le bœuf, et souvent on ne peut distinguer la limite entre les Stratum granulatum internum et externum que par les cellules plus grandes de la première de ces couches. Mais lorsqu'elle est visible chez le bœuf, par ex. dans l'équateur de l'œil, elle apparaît sur les coupes verticales comme un ruban large, homogène, clair ou avec de légères stries longitudinales, et dont l'extrémité peut être frangée, si elle fait saillie sur le bord de la préparation. La membrane se distingue par de gros noyaux régulièrement espacés qui en recouvrent la surface. Ces noyaux sont sphériques, nettement limités, non brillants, à grains très fins, et, de la surface interne de la membrane, montent dans le Stratum granulatum internum, où on les voit souvent, sur les coupes verticales, couchés comme dans des niches. Ils se séparent des cellules du Stratum granulatum internum par leur gîte particulier dans des niches, gîte qui n'est cependant pas constant, par leur grosseur plus considérable et leur couleur plus claire, et enfin par leur apparence, qui n'est point celle de cellules, mais de noyaux avec un petit corps de noyau rond. Les niches où les noyaux reposent semblent être entourées de vaisseaux sanguins; du moins, on les voit limitées par des noyaux aplatis semblables à ceux qui se trouvent dans les membranes des vaisseaux sanguins; elles peuvent être vides, sont souvent nombreuses, et manquent quelquefois sur de grandes étendues. J'ai observé les noyaux jusqu'à l'Ora serrata, reposant dans des niches qui, relativement à l'épaisseur de la rétine en ce point, étaient plus grandes qu'à l'ordinaire. Chez le cheval, les noyaux sont grands et reposent également dans des niches, qui s'étendent jusque dans le Stratum granulatum internum; elles sont plus nombreuses que chez le bœuf, mais le plus souvent vides. Chez le chien, la Membrana intermedia est très distincte et apparaît assez nettement limitée en coupe verticale; elle a environ la même épaisseur que chez le bœuf, et est assez claire et sans stries longitudinales. Dans la plupart des yeux de chien, je n'ai pas observé de noyaux; j'en ai seulement rencontré quelquefois, qui étaient plus petits que chez le bœuf, mais reposaient également dans des niches. En avant la membrane s'amincit, et il semble que les Stratum granulatum externum et internum se confondent l'un avec l'autre. Chez le lapin, la membrane est très mince et sans noyaux. Si je n'ai pas observé de noyaux chez l'homme, cela vient peut-être de ce qu'ils ne sont pas plus grands que les cellules du Stratum granulatum internum, et qu'ils ne peuvent par suite être distinguées de celles-ci.

6. Stratum granulatum internum.

Cette couche se compose de cellules distinctes, claires, de grandeur un peu variable et avec un noyau rond relativement gros, qui est étroitement entouré de la membrane de la cellule, de sorte qu'on n'aperçoit en général que lui seul; on n'y observe que rarement un corps de noyau ponctiforme (Fig. 45, h; Fig. 52, g). Les cellules ressemblent beaucoup aux petites cellules cérébrales du cervelet. Elles deviennent souvent anguleuses en se pressant les unes contre les autres, parce qu'il n'y a entre elles qu'une substance très rare. Elles sont plus grandes que les globules du Stratum granulatum externum. On en rencontre qui sont terminées en pointe, ou comme munies d'un ou de deux courts filaments (Fig. 33, l). Chez le bœuf, où les cellules sont bien plus grandes, et ressemblent entièrement aux cellules cérébrales en dehors de l'épanouissement du nerf optique, j'ai même trouvé des cellules triangulaires ou pentagonales avec des filaments semblables, à l'extrémité desquels il y avait une masse à grains extrêmement fins. Il est dans la nature des cellules cérébrales d'envoyer des prolongements, et ceux-ci n'appartiennent donc pas aux fibres radiales, qui traversent la couche sans être en communication avec les cellules, bien que dans les yeux durcis, on les trouve attachées ou collées aux filaments.

La couche entière est tantôt plus claire, tantôt plus foncée que le Stratum granulatum externum. L'épaisseur en est très variable. Autour de la Fovea cœca, la couche est mince, mais elle augmente rapidement d'épaisseur en dehors dans la Macula lutea, et s'amincit ensuite dans sa périphérie jusqu'à l'équateur de l'œil. Dans la Macula lutea, elle est plus épaisse que le Stratum granulatum externum; un peu derrière l'équateur de l'œil, elle est d'un tiers plus mince, et vers l'Ora serrata, il lui reste à peine la moitié de l'épaisseur de cette couche; toutefois, ces derniers rapports ne sont pas constants.

Extérieurement, la couche est limitée par la Membrana intermedia, contre laquelle on peut voir les cellules pressées en ligne droite comme dans la Macula lutea et ailleurs. Près de cette limite court le vaisseau décrit plus haut, qui le plus souvent se trouve dans la Macula lutea, et contre lequel les cellules sont également pressées. Intérieurement, la couche est moins nettement limitée par le Stratum granulosum, et l'on peut aussi, mais rarement, y voir courir un vaisseau plus fin. Les fibres radiales sont le plus souvent cachées par les cellules. Celles-ci résistent bien aux influences extérieures. Chez le bœuf, il y a des lacunes qui proviennent peut-être de la disparition des cellules; chez l'homme, je n'en ai pas observé.

7. Stratum granulosum.

La couche est formée d'une masse à grains extrêmement fins, qui ne deviennent plus gros que par le durcissement de l'œil (Fig. 33, m). Elle ne renferme ni corps

particuliers, ni autres éléments nerveux; dans quelques cas rares, on y trouve un vaisseau fin isolé. Les stries verticales de la couche sont dues aux fibres radiales qui viennent des Stratum cellularum et fibrarum cerebralium, et se continuent dans le Stratum granulatum internum. Elles sont plus ou moins uniformément serrées, ou disposées en faisceaux qui s'épanouissent (Fig. 45, i; Fig. 47, b); quelquefois elles sont tellement serrées, qu'on serait porté à croire que la couche a par elle-même une structure striée verticale, en partie au moins indépendante des fibres radiales; dans d'autres yeux, les stries sont indistinctes ou manquent complètement. Les coupes verticales, longitudinales et transversales ne présentent aucune différence à cet égard. Je n'ai pas observé chez l'homme une formation concentrique de couches semblable à celle que j'ai trouvée chez les animaux précédents.

La couche fait absolument défaut juste en dehors de la Fovea cœca, mais elle commence en pointe autour de celle-ci (Fig. 52, h), augmente ensuite d'épaisseur dans la Macula lutea, et s'amincit hors de cette dernière vers l'équateur de l'œil et dans l'Ora serrata.

8. Stratum cellularum cerebralium.

Ces cellules sont les plus grandes qu'il y ait dans la rétine, mais la grandeur en est très variable (Fig. 33, n; Fig. 45, k). Elles ressemblent tout à fait aux cellules cérébrales de grandeur moyenne de la substance grise du cerveau. Elles sont rondes, plus rarement ovales, très claires et très transparentes et à contours moelleux; par le durcissement dans l'acide chromique, elles deviennent granulées à la surface. Le noyau rond à contour bien limité, est de grandeur moyenne relativement à la membrane de la cellule et plus foncé que celle-ci; mais, en faisant varier l'éclairage, il peut aussi paraître plus clair. Il est ou privé de corps de noyau, ou en renferme 1—3 qui sont ponctiformes. Les cellules étant toujours rondes ou ovales, et ne devenant pas anguleuses par leur pression mutuelle, comme c'est le cas avec les globules du Stratum granulatum externum et les cellules du Stratum granulatum internum, il doit y avoir entre elles une substance intercellulaire fine comme dans le cerveau; on la voit aussi distinctement sur la limite du Stratum granulosum, dont la masse pénètre entre les cellules, ce qui rend cette limite indécise. Par contre, elle est bien marquée intérieurement, vers l'épanouissement du nerf optique; cependant les cellules peuvent se glisser entre les fibres du nerf optique dans les points où celles-ci sont moins nombreuses. Les cellules résistent assez bien aux influences extérieures; la membrane cellulaire peut se crisper ou disparaître, tandis que le noyau se conserve mieux.

Quoique la plupart des cellules soient rondes ou ovales, on peut cependant rencontrer exceptionnellement des cellules à noyau pointues ou lancéolées, ou munies d'un prolongement filiforme qui pénètre quelquefois dans le Stratum granulosum. Mais

je n'ai jamais vu ces prolongements se ramifier ou se réunir aux fibres du nerf optique ou aux fibres radiales. Relativement à l'emploi qu'on en a fait pour expliquer la théorie de la vision, j'attache beaucoup de prix à ce que, malgré tous mes efforts, je n'ai réussi qu'à découvrir un si petit nombre de semblables cellules, qu'elles doivent plutôt être regardées comme une exception à la forme normale; j'en dirai autant d'une commissure entre deux cellules (Fig. 53).

Si l'on en excepte la Fovea cœca et son voisinage immédiat, où le nerf optique fait défaut, le Stratum cellularum cerebralium est traversé partout par les fibres radiales qui arrivent de l'épanouissement du nerf optique en se dirigeant vers l'extérieur; mais bien qu'elles s'enlacent autour des cellules, elles n'ont pas avec celles-ci d'autre liaison.

La quantité des cellules cérébrales est très variable suivant les localités. Dans la Fovea cœca, on n'en trouve qu'une ou au plus une double couche; j'ai cependant rencontré des yeux où l'épaisseur de la couche était plus grande (Fig. 52, i). Toutefois il est difficile ici de la déterminer avec précision, parce que les cellules cérébrales, par suite de l'absence en ce point du Stratum granulosum, sont en contact immédiat avec celles du Stratum granulatum internum, et parce qu'elles diminuent graduellement de grandeur en s'approchant de ces dernières, qui sont plus petites. Autour de la Fovea cœca, la couche augmente tout de suite en épaisseur, et elle atteint assez rapidement sa plus grande puissance environ au milieu des moitiés supérieure et inférieure de la Macula lutea, où l'on rencontre 6—8 couches de cellules superposées (Fig. 45, k). L'épaisseur de la couche diminue ensuite extérieurement d'une manière assez rapide, de sorte qu'un peu derrière l'équateur de l'œil il reste à peine une seule couche de cellules cérébrales (Fig. 33, n), lesquelles sont même très clair-semées vers l'Ora serrata, et peuvent enfin complètement manquer sur de grandes étendues (Fig. 58, h). Des coupes verticales, longitudinales et transversales faites dans la Macula lutea ou ailleurs, sont également instructives sous ce rapport. Dans le voisinage de l'entrée du nerf optique, il n'y a qu'une seule couche de cellules (Fig. 44, d), et on n'en trouve guère davantage de l'autre côté du nerf optique, vis-à-vis de la Macula lutea. Lorsque les fibres radiales sont très développées, on voit souvent les cellules éparses reposer dans les arcades formées par les fibres.

Sur la limite entre les couches des cellules et des fibres cérébrales, aussi bien dans la Macula lutea qu'ailleurs, courent des vaisseaux qui peuvent pousser les cellules et les fibres cérébrales hors de leur lit, ou presque prendre leur place (Fig. 46, c). Les vaisseaux peuvent être si grands, et la pression si forte, que non-seulement l'épanouissement du nerf optique est refoulé en dedans et apparaît comme une bosse dans l'humeur vitrée, mais que la pression se fait sentir dans le Stratum granulatum internum et même jusque dans le Stratum granulatum externum, qui en devient bosselé. On peut trouver entre les cellules cérébrales elles-mêmes des vaisseaux capillaires plus fins qui leur

donnent le caractère de la substance grise du cerveau (Fig. 45, n; Fig. 46, d); ils sont pour la plupart parallèles aux fibres cérébrales, mais se dirigent aussi obliquement et en travers; de la couche des cellules cérébrales partent de fines ramifications qui pénètrent entre les fibres cérébrales. Les parois des vaisseaux sont recouverts de petits noyaux ronds ou allongés en nombre plus ou moins grand; on ne voit que rarement un epithelium complet, tel qu'on en trouve fréquemment chez quelques animaux, par exemple, chez le bœuf, avec de petites, et chez le lapin, avec de grandes cellules claires d'epithelium pavimenteux; quelquefois les fibres circulaires sont distinctes dans les parois des vaisseaux.

9. Stratum fibrarum cerebralium.

Nous examinerons plus loin comment se comporte le nerf optique à son entrée dans l'œil et dans la Macula lutea; nous considèrerons ici le nerf seulement après qu'il est entré dans l'œil en s'épanouissant dans toutes les directions.

Les fibres qui en forment l'épanouissement sur la surface interne du Stratum cellularum cerebralium sont des fibres cérébrales très fines (Fig. 33, o). Elles sont pâles, avec un contour simple bien marqué quoique moelleux; dans les yeux bien conservés, elles sont rarement variqueuses, et, à cause de leur finesse, il est impossible d'y distinguer un contenu particulier. Lorsqu'on les observe en masse suivant leur longueur, elles ont comme un aspect moiré (Fig. 47, d); à l'état frais, elles paraissent alors plus pâles et plus finement striées, mais sont plus foncées dans les yeux durcis dans l'acide chromique, traitement que les fibres supportent très bien, bien qu'on puisse rencontrer des yeux où les fibres cérébrales sont devenues indistinctes, tandis que les bâtonnets et les cônes se sont bien conservés.

Outre ces fibres cérébrales fines, on trouve entre l'entrée du nerf optique et la Macula lutea de grosses fibres cérébrales enveloppées dans de fortes gaînes de tissu cellulaire; mais comme ces fibres se rencontrent en plus grande quantité dans le nerf optique, à son entrée dans l'œil, nous les décrirons plus tard avec ce dernier (Fig. 39).

La couche du nerf optique a son épaisseur maximum aussitôt après l'entrée du nerf dans l'œil, et sur la partie qui en est infléchie en forme de genou; elle est en ce point aussi et même plus épaisse que toutes les autres couches de la rétine prises ensemble, et l'épaisseur en est la même à 1—2$^{mm.}$ en dehors de l'entrée du nerf. Elle décroît ensuite à mesure que celui-ci s'approche de la Macula lutea, et plus fortement encore dans cette dernière elle-même; la couche s'amincit de plus en plus vers la Fovea cœca, comme nous le verrons avec plus de détail en décrivant la Macula lutea. Les fibres sont visiblement plus épaisses près de l'entrée du nerf optique dans l'œil; c'est le cas de toutes les fibres et non pas seulement des grosses fibres cérébrales mentionnées plus haut, et cette circonstance doit être prise en considération dans l'estimation de la puissance de la couche

du nerf optique. L'épaisseur de la couche décroît ensuite très rapidement, de sorte qu'à l'équateur de l'œil, on compte à peine 4—6 fibres cérébrales superposées, et vers l'Ora serrata 1—2 seulement (Fig. 58, i). Dans les points où la couche est très mince, il est naturel que les cellules cérébrales soient visibles à travers, lorsqu'on regarde la rétine de sa surface interne, ou qu'elles se glissent dans les intervalles et les fissures des faisceaux de fibres ou des fibres isolées.

Le nerf optique est tant avant qu'après son entrée dans l'œil divisé en faisceaux, et ce caractère est surtout marqué dans les points où la masse épanouie du nerf est la plus grande, comme autour de l'entrée et dans la Macula lutea, mais on en trouve la trace pour ainsi dire dans toute la rétine. La division en faisceaux est visible tant à la surface de l'épanouissement des fibres que sur les coupes verticales ou obliques, mais des particularités individuelles jouent également ici leur rôle, aussi bien sous le rapport de la division en faisceaux que sous celui de l'épaisseur et de la forme de la couche nerveuse en général. Lorsque la division est fortement marquée, comme dans la Macula lutea, les faisceaux, sur les coupes verticales, sont ronds ou ovales, et isolés les uns des autres par des gaînes de tissu cellulaire, formées par les fibres radiales (Fig. 45, m). Sur ces coupes, on peut très bien voir la section des fibres isolées, même des fines, mais naturellement encore plus distinctement celle des grosses fibres cérébrales mentionnées plus haut. Le milieu des faisceaux présente quelquefois l'aspect trompeur d'une cavité produite par un ovale foncé ou clair, suivant l'éclairage. Les fibres sont sans doute plus étroitement unies dans certains faisceaux que dans d'autres, suivant l'étendue plus ou moins grande au-delà de laquelle elles s'étalent; elles sont d'autant plus disséminées qu'elles s'éloignent davantage de l'entrée du nerf optique. Comment d'ailleurs les fibres radiales non-seulement entourent les divers faisceaux, mais aussi pénètrent dans leur intérieur et y déterminent de nombreuses subdivisions, nous le ferons mieux voir tout à l'heure en décrivant la marche de ces fibres.

Quant aux extrémités terminales des fibres cérébrales, je n'ai pas mieux réussi à les distinguer chez l'homme que chez les autres vertébrés. L'amincissement rapide de la couche à partir de l'entrée du nerf optique, semble indiquer que ces fibres se terminent brusquement dans leur parcours; on en peut dire autant de leur diminution rapide dans la Macula lutea. — Nous avons mentionné plus haut les vaisseaux du Stratum cellularum cerebralium.

10. Fibræ radiales.

Les faisceaux du nerf optique sont, à leur entrée dans l'œil, entourés de gaînes de tissu cellulaire, qui empêchent toute communication directe avec les cellules cérébrales (Fig. 45, m). D'autres fibres partant des gaînes se dirigent perpendiculairement vers

l'extérieur en traversant le Stratum cellularum cerebralium, sans avoir aucune relation avec les cellules de cette couche, poursuivent leur route dans le même sens à travers le Stratum granulosum et le Stratum granulatum internum, avec les cellules duquel elles n'ont pas non plus de liaison, et aboutissent à la surface interne de la Membrana intermedia, où elles se terminent. Il faut donc se figurer ces fibres comme de hautes arcades placées sur la Membrana intermedia, et dans l'intérieur desquelles sont comme empilées toutes les couches situées en dedans de cette membrane. Avec cette image sous les yeux, on pourra s'expliquer les aspects divers que les fibres présentent dans les différentes couches et dans des conditions différentes.

Lorsqu'on fait des sections verticales du nerf optique en un point où la formation des faisceaux, à cause de l'épaisseur du nerf, est très développée, par exemple près de l'entrée du nerf dans l'œil, ou dans la partie la plus épaisse de la Macula lutea, on voit les arcades verticales entourer les divers faisceaux des fibres cérébrales (Fig. 45, m). Chaque arcade se compose de plusieurs fibres, ce qui est visible dans toute son étendue, mais surtout dans l'intervalle entre deux faisceaux; le nombre des fibres dépend en général de la grandeur des faisceaux. A la rencontre de deux arcades composées de plusieurs fibres, celles-ci forment comme une ombelle entre deux faisceaux contigus, les arcades, qui en apparence partent d'un même tronc, allant chacune de son côté (Fig. 40, a, a, a; Fig. 46, a, a, a, a). C'est sous cette forme que les fibres radiales se présentent très fréquemment dans les sections verticales, et lorsque la partie intérieure des arcades est invisible, il se produit cette apparence qui a fait supposer que les fibres radiales commencent en dehors de la Membrana limitans interna, comme des entonnoirs ou des ombelles formées de faisceaux de fibres qui se divisent; mais cette manière de voir est inexacte. On rencontre partout dans la rétine des ombelles semblables, petites et grandes, composées de fibres rares ou nombreuses, réunies ou éparses, par exemple à l'entrée du nerf optique dans l'œil, après qu'il s'est infléchi en forme de genou, en outre très distinctement dans toute la Macula lutea, mais seulement aux points où se trouve le nerf optique, même près de la Fovea cœca, enfin dans toute la moitié postérieure de l'œil, où elles sont plus ou moins distinctes. Dans d'autres cas, les ombelles sont à peine indiquées, mais les arcades aboutissant à la surface externe de la Membrana limitans interna, n'en sont que plus apparentes. Cela se présente plus souvent dans la moitié antérieure de l'œil, lorsque les fibres du nerf optique commencent à devenir rares; on peut alors, comme ailleurs, y rencontrer les cellules cérébrales isolées reposant dans les arcades. Dans quelques yeux, on trouve également des arcades et des ombelles. Celles-ci se rencontrent en général dans le parcours des fibres radiales à travers les Stratum fibrarum et cellularum cerebralium, mais elles peuvent s'étendre jusque dans le Stratum granulosum.

Outre les fibres de tissu cellulaire qui entourent entièrement les faisceaux des fibres cérébrales, il part des colonnes des arcades d'autres fibres, qui pénètrent dans les faisceaux en les divisant en un grand nombre de faisceaux plus petits (Fig. 46, b). J'ai vu cette division faite d'une manière si régulière, qu'on eût dit que les faisceaux des fibres cérébrales étaient empilés par couches les uns sur les autres. Les fibres transversales qui divisent les faisceaux sont de la même nature, et tout aussi fortes que les fibres des colonnes sur lesquelles reposent les arcades. Elles sont très visibles, lorsque la coupe transversale n'est pas tout à fait verticale, mais un peu oblique; on voit alors plusieurs arcades l'une sur l'autre autour de la section d'un faisceau, ou l'intervalle entre deux arcades est rempli par une arcade vue en perspective (Fig. 40). On trouve les faisceaux principaux divisés en travers, aussi bien dans la Macula lutea qu'ailleurs, mais il est bon de faire les coupes un peu obliquement. Chez l'homme, je n'ai observé des fibres transversales que dans le Stratum fibrarum cerebralium; mais, chez le bœuf, à $6^{mm.}$ de l'Ora serrata, j'en ai trouvé jusque dans le Stratum granulosum, de sorte que, de même que chez l'homme, on avait la vue d'une échelle; dans le Stratum granulatum internum, cette structure, distincte seulement avec un grossissement de 864, ne pouvait être reconnue à cause des cellules. Les échelons avaient, comme chez l'homme, la même épaisseur que les fibres radiales qui se dirigeaient perpendiculairement vers l'extérieur.

La marche des fibres dans les arcades et les colonnes qui les supportent, est droite ou légèrement ondulée (Fig. 40; Fig. 46). Elle est la même dans les colonnes et les échelons de l'intérieur des faisceaux. Dans des circonstances favorables, en regardant de face la surface interne de la rétine, on peut aussi observer les fibres radiales entre les faisceaux, et les voir décrire des ondulations. Lorsque les faisceaux du nerf optique s'amincissent, et que les fibres cérébrales commencent à s'étaler, les arcades et les ombelles deviennent également moindres, mais elles prennent de nouveau un très grand accroissement dans l'Ora serrata, comme nous le constaterons plus tard.

En se rapportant à l'exposé qui précède, et en coupant les figures citées par différents plans, on comprendra pourquoi les fibres radiales, dans les coupes longitudinales des faisceaux du nerf optique, se comportent autrement que dans les coupes transversales. Si la coupe passe longitudinalement par le milieu d'un faisceau, les fibres radiales sont en général complètement invisibles. Passe-t-elle au milieu des colonnes verticales d'une arcade, on ne voit ni arcade ni ombelles, mais seulement des fibres qui descendent verticalement (Fig. 47); cependant on peut, dans quelques cas, apercevoir des traces d'ombelles. En faisant des coupes de la rétine, il faut donc toujours tenir compte de la direction des fibres cérébrales. Toutefois, nous devons en même temps faire observer que les fibres radiales, de même que d'autres éléments de l'œil, présentent des différences individuelles; autrement on ne pourrait guère expliquer pourquoi elles sont plus

distinctes dans certains yeux que dans d'autres. Entre enfants et adultes, je n'ai constaté aucune différence.

Après avoir quitté les fibres cérébrales du nerf optique pour se diriger vers l'extérieur, les fibres radiales croisent des vaisseaux qui se trouvent entre les Stratum fibrarum et cellularum cerebralium, et arrivent ensuite perpendiculairement au milieu des cellules cérébrales. Les colonnes des arcades se résolvent dans les fibres dont elles étaient originairement formées, et celles-ci, suivant une ligne droite ou légèrement ondulée, traversent la couche, sans avoir aucune connexion avec les cellules cérébrales (Fig. 45 et 46). Elles pénètrent ensuite dans le Stratum granulosum, où quelques fibres ou faisceaux de fibres peuvent conserver leur grosseur primitive, tandis que, dans d'autres points, ils se décomposent en fibres plus fines qui font paraître la couche striée verticalement, comme nous l'avons exposé plus haut. Cependant, il n'y a pas toujours un rapport déterminé entre le nombre des fibres radiales des deux couches précédentes et du Stratum granulosum; tantôt elles sont très développées dans ces deux couches et à peine visibles dans le Stratum granulosum, tantôt c'est l'inverse, et les stries de cette dernière couche sont si serrées et si fines, qu'on devrait croire qu'elles ne sont pas dues seulement aux fibres radiales. Il semble du reste que ces fibres changent de caractère dans le Stratum granulosum, non-seulement parce qu'elles sont très fines, mais aussi parce qu'elles ne décrivent plus des ondulations comme dans les deux autres couches, mais suivent toujours une ligne droite. Enfin, les fibres radiales séparées les unes des autres arrivent dans le Stratum granulatum internum; les fibres plus fines du Stratum granulosum peuvent s'y réunir en fibres plus grosses et se séparer de nouveau, ce qui arrive quelquefois déjà pendant leur parcours dans le Stratum granulosum, et est surtout visible sur des fibres flottant librement; elles courent entre les cellules de la couche sans avoir aucune liaison avec elles, et finalement viennent se fixer à la surface interne de la Membrana intermedia, où elles s'arrêtent sans la traverser (Fig. 38, c). Elles n'ont par suite aucune communication avec les filaments des bâtonnets et des cônes qui s'attachent à la surface externe de cette membrane, lesquels sont plus gros et ne décrivent pas une ligne ondulée mais droite, de sorte que la partie filamenteuse du Stratum granulatum externum diffère par son aspect du Stratum granulosum, qui est finement strié.

II. Membrana limitans interna.

C'est une membrane transparente, sans structure, qui tapisse la surface interne de l'épanouissement du nerf optique. Quelquefois elle s'en détache et accompagne l'humeur vitrée, ce qui a fait croire à l'existence d'une membrane à part, la Membrana hyaloidea, mais c'est une seule et même membrane. En coupe transversale, elle apparaît comme une ligne simple, mais le plus souvent double, d'épaisseur variable et qui présente

quelquefois des interruptions causées par les fibres radiales, dont les extrémités initiales sont réunies à la surface externe de la membrane, et font en général corps avec elle (Fig. 33, q). C'est pourquoi, lorsqu'on regarde la rétine de sa surface interne, on peut non-seulement, comme il a été dit plus haut, voir briller à travers les arcades formées par les fibres radiales, mais, par suite sans doute de leur contraction, surtout lorsqu'elles ont été durcies dans l'acide chromique, la surface interne de la membrane devient aréolaire, ou est divisée en un grand nombre de petits compartiments ronds ou ovales, légèrement creusés, de sorte que la membrane semble composée de petites plaques, faiblement concaves, de grandeur peu variable (Fig. 41). Ce caractère est semblable à celui que nous avons constaté chez la grenouille (Pl. II, Fig. 13); on le rencontre aussi bien dans la Macula lutea, autour de la Fovea cœca, qu'ailleurs dans la rétine, mais on a rarement l'occasion de l'observer chez l'homme. Dans des circonstances favorables, on peut trouver des fragments transparents, de grandeur variable, arrachés de la membrane, dont la surface externe porte des traces de fibres radiales qui faisaient corps avec la membrane; la forme des arcades peut encore être reconnaissable, tandis que, dans d'autres cas, de petits morceaux de la membrane ne sont réunis que par une seule fibre radiale. Les petits noyaux qu'on y voit quelquefois fixés, sont certainement accidentels et viennent d'ailleurs. Quant à l'existence d'un epithelium sur la surface interne de la membrane, nous traiterons cette question dans la seconde partie du mémoire.[1]

---

[1]) En maintenant à cette occasion, surtout vis-à-vis des recherches de M. L. O. Weber (über den Bau des Glaskörpers und die pathologischen Veränderungen desselben; Virchow, Archiv für path. Anat. 1860, 19, p. 367. Pl. XI—XIV), l'exactitude de mon observation relative à la formation de secteurs dans l'humeur vitrée chez l'homme, laquelle j'ai trouvée bien des fois confirmée, et faite également plus tard chez le singe, animal dont l'œil, pas plus que celui de l'homme, ne présente aucune Plica centralis, qu'il me soit permis de communiquer une observation que j'ai faite à plusieurs reprises sur la *structure des cloisons qui se trouvent dans l'humeur vitrée de l'œil du lapin*. Les yeux étaient durcis dans l'acide chromique. Tandis qu'à *la surface externe* de la Membrana limitans interna se liait un système d'arcades provenant des fibres radiales, qui, à leur origine, formaient des arcs dans lesquels reposaient les fibres cérébrales du nerf optique, j'ai reconnu sur *la surface interne* de la même membrane un système analogue qui constituait la base des cloisons de l'humeur vitrée. Les deux systèmes d'arcades tournaient donc leur convexité l'une vers l'autre, et étaient séparés par la Membrana limitans interna, qui n'était que rarement visible; mais les fibres différaient. Dans les cloisons de l'humeur vitrée, elles étaient larges, molles et granulées à la surface; elles suivaient une ligne droite ou ondulée, et formaient des Plexus irréguliers avec des intervalles triangulaires, en convergeant vers le centre de l'œil et en reposant sur une membrane sans structure à grains fins, à partir de laquelle elles n'étaient pas bien limitées, surtout intérieurement vers le centre de l'œil. Je ne crois pas que les fibres fussent le produit d'une coagulation. Chez l'homme, j'ai quelquefois rencontré des traces d'une liaison analogue des cloisons de l'humeur vitrée avec la Membrana limitans interna; les membranes ne présentaient cependant aucune structure filamenteuse, mais étaient claires et à gros grains.

INTROITUS NERVI OPTICI.

Avant d'entrer dans l'œil, le nerf optique est étroitement entouré de la dure-mère, dont il se sépare cependant facilement, surtout après avoir été durci dans l'acide chromique, sans doute parce qu'il se contracte davantage. Sur la surface interne de la dure-mère repose une membrane sans structure ou à gros grains, qui est en liaison moins étroite avec la dure-mère qu'avec la pie-mère sous-jacente, et qui par suite accompagne cette dernière. Cette membrane, qu'on peut détacher en grands fragments de la surface externe de la pie-mère, présente un grand nombre de noyaux serrés, ovales ou un peu anguleux et de grandeur variable; on les rencontre également, mais en moins grande quantité, sur la surface interne de la dure-mère, et il n'est par conséquent pas invraisemblable que tant la dure que la pie-mère ont chacune son revêtement épithélial (Arachnoidea). Mêlés à la membrane susmentionnée sur la surface externe de la pie-mère, se montrent des fibres ondulées de tissu cellulaire et de larges rubans d'une nature particulière, qui appartiennent à la pie-mère.

Extérieurement, dans la pie-mère, s'étend une couche de rubans plats, clairs, polis, doués d'un éclat particulier et de largeur très variable, qui ordinairement, mais non toujours, sont striés dans le sens de leur longueur, parce qu'ils sont composés de fibres. Le contour des fibres n'est pas net comme celui des fibres de tissu cellulaire, mais moelleux; elles suivent en général une ligne droite, peuvent bien s'infléchir, mais ne décrivent pas cependant des ondulations comme ces dernières fibres, ni n'ont leur aspect moiré. Les rubans se ramifient à la façon d'un arbre; les rubans simples ou fibres dont ils se composent peuvent de nouveau se ramifier et se réunir, et, par ces ramifications et anastomoses, former des mailles de grandeur variable, où l'on peut trouver des noyaux qui appartiennent à la membrane précédente riche en noyaux. Il y a des rubans deux fois plus larges que ceux de la Fig. 42. Cette couche est très fortement unie à la couche sous-jacente dans la pie-mère, et n'en peut être détachée qu'avec violence, tandis que la membrane riche en noyaux n'a avec elle qu'une faible adhérence; la couche est surtout forte juste à l'entrée du nerf dans l'œil, et il faut un couteau pour l'enlever. Le sens principal des rubans larges paraît être suivant la longueur. Chez le cheval, cette couche formée de rubans larges est très développée; elle l'est moins chez le bœuf.

En dedans de la couche qui précède, en vient une autre composée de fibres élastiques (spirales?), qui sont droites, raides, assez épaisses, à contour simple foncé. Elles sont très rapprochées les unes des autres, et il semble y en avoir plus d'une couche, apparence qui est peut-être due à leur contractilité.

En dedans de cette couche, on en trouve une autre formée de longues fibres de la même nature que les fibres circulaires; elles ne constituent pas une couche

indépendante, mais se montrent réunies en faisceaux indéfinis, ou isolées, et alors elles sont un peu ondulées.

Lorsque les membranes précédentes ont été enlevées, le nerf optique apparaît à nu, et l'on reconnaît déjà extérieurement à sa striure longitudinale qu'il est divisé en faisceaux. Le nerf est étroitement entouré d'une grande quantité de fibres de tissu cellulaire unies et ondulées, qui pénètrent également entre les faisceaux et les enveloppent entièrement, en les séparant les uns des autres. Ce sont ces fibres que nous rencontrons de nouveau dans l'œil sous forme de fibres radiales.

On trouve des vaisseaux, mais seulement en petit nombre, dans la membrane composée de rubans; ils sont entourés d'une gaîne de tissu cellulaire, dans laquelle les fibres sont ondulées, tandis que le vaisseau, avec son contour spécial et ses parois couvertes de noyaux, est situé en dedans de la gaîne. Il ne faut pas dans cette recherche, qui n'est pas des plus faciles, se laisser induire en erreur par ces fibres de tissu cellulaire; tous les yeux, d'ailleurs, ne s'y prêtent pas également, parce que toutes les membranes n'y sont pas toujours développées au même degré. Dans l'intérieur du tronc du nerf optique se trouvent, comme on sait, 2 ou 3 vaisseaux centraux, accompagnés parfois de quelques vaisseaux plus petits; les vaisseaux ont des parois épaisses, mais, dans les coupes transversales, on ne voit aucune différence entre les artères et les veines. La gaîne fibreuse très large qui les entoure s'étend ensuite entre les faisceaux du nerf optique, et vient accroître la masse du tissu cellulaire dans l'intérieur du nerf, ce qui n'est pas sans importance au point de vue de la marche ultérieure des fibres radiales dans l'œil. Chez les animaux (bœuf, cheval, chien), la structure de la pie-mère est, dans ses parties essentielles, la même que chez l'homme. J'ai souvent, chez le bœuf, observé dans la pie-mère de minces fibres nerveuses contenant de la moelle.

A l'entrée du nerf optique dans l'œil, la sclérotique est étroitement unie à la choroïde et ne s'en laisse pas séparer. Les deux membranes réunies envoient intérieurement de forts prolongements en travers du nerf, ce qui est surtout visible à la lumière directe. Les prolongements sont assez souvent accompagnés d'un pigment diffus, qui provient de la choroïde et qui peut s'étendre en stries de long du nerf optique; mais ils présentent comme le pigment de nombreuses différences individuelles. Chez plusieurs animaux, le bœuf par exemple, le pigment est encore plus abondant, et s'étend non-seulement le long des faisceaux du nerf optique, mais aussi sur les fibres transversales qui entourent étroitement chaque faisceau. Dans les prolongements, on trouve des fibres de tissu cellulaire et des fibres élastiques, ces dernières provenant de la sclérotique; pendant la marche du nerf optique dans l'œil, nous les retrouvons de nouveau réunies aux fibres radiales dans la rétine. Les fibres élastiques, ici et plus loin, sont recouvertes de noyaux allongés qui sont 2—3 fois plus gros que les fibres fines elles-mêmes. A cause des prolongements, il faut donc se représenter la sclérotique et au moins la partie de la choroïde formée de

tissu cellulaire, comme complètement fermées à l'entrée même du nerf optique, mais percées d'un grand nombre d'ouvertures par lesquelles les faisceaux du nerf optique pénètrent perpendiculairement dans l'œil. La dénomination de Lamina cribrosa convient par suite parfaitement.

Après être arrivés en dedans de la choroïde, les faisceaux du nerf optique poursuivent encore un moment leur marche dans le même sens perpendiculaire, et forment ensuite un bourrelet autour des vaisseaux centraux. Celui-ci peut quelquefois presque complètement manquer; il est plus faible dans les yeux frais, plus fort dans les yeux durcis. Au centre du bourrelet est une fosse conique avec la pointe en arrière, la Fossa vasorum centralium. Les vaisseaux apparaissent dans les coupes transversales comme de grandes ouvertures rondes, avec des parois assez épaisses logeant de nombreux noyaux disposés en couches concentriques. Ils sont entourés d'une forte gaîne fibreuse, qui remplit la plus grande partie de la fosse, et est formée de fibres élastiques fines et d'une masse sans structure renfermant un grand nombre de noyaux assez gros, ronds ou ovales, sans ou avec 1—2 corps de noyau ponctiformes (Fig. 43). La gaîne, qui, dans la fosse même, a une épaisseur de $0,^{\text{mm}}012$, s'étend ensuite sur tout le bourrelet du nerf optique en perdant rapidement son épaisseur primitive. Les rapports sont les mêmes chez les adultes et les enfants. Il est vraisemblable que la gaîne, en dehors du bourrelet, devient la Membrana limitans interna; mais je n'ai pas réussi à voir le passage direct de l'une à l'autre. La Membrana limitans interna ne présente pas de formation de noyaux tant qu'elle recouvre la rétine, mais on retrouve peut-être les mêmes noyaux sur la membrane en dedans de l'Ora serrata.

Au fond de la fosse et sur le bourrelet du nerf optique, j'ai trouvé un groupe de véritables cellules cérébrales, qu'il ne faut pas confondre avec les noyaux mentionnés cidessus. Ces cellules forment plusieurs couches superposées, leur nombre diminuant sur les côtés.

Le nerf optique subit une forte contraction dans son passage à travers la sclérotique et la choroïde réunies; aussi la Lamina cribrosa a-t-elle un périmètre moins grand que le nerf extérieur, mais ce dernier se dilate ensuite de nouveau. La division en faisceaux se poursuit pendant toute l'entrée du nerf optique, et est visible en coupe longitudinale et transversale, soit qu'elle passe par le centre du nerf ou en dehors. Les faisceaux semblent être plus nombreux chez les enfants que chez les adultes, sans doute parce qu'ils sont plus faiblement unis. La grosseur en est très variable. Ils sont toujours étroitement entourés de fibres fines de tissu cellulaire, mêlées de rares fibres élastiques qui traversent les faisceaux en enveloppant chacun d'eux; on trouve quelquefois ces fibres circulaires espacées d'une manière assez régulière, et disposées en arcades comme les fibres radiales à leur origine. Elles forment d'étroites mailles irrégulières à angle droit avec les faisceaux, ont aussi une marche ondulée, et toute leur disposition présente la plus

grande concordance avec celle des fibres radiales, ainsi que nous l'avons décrit plus haut et représenté Fig. 46. Les faisceaux des fibres cérébrales conservant toujours leur enveloppe de tissu cellulaire, aucune formation de plexus n'a lieu entre eux; mais il est bien possible qu'il s'en forme en dedans des divers faisceaux, parce que les fibres cérébrales suivent bien une ligne droite, mais ne sont pas toujours parallèles.

Pendant que le nerf optique forme le bourrelet, les faisceaux, avec leur enveloppe de fibres circulaires de tissu cellulaire, ne subissent aucun changement. La transformation de ces fibres ordinaires et ondulées de tissu cellulaire en fibres radiales n'est pas du tout difficile à observer; elle s'opère d'une manière insensible, de sorte qu'on peut déjà, comme nous l'avons dit, voir dans le bourrelet le commencement d'une formation d'arcades, en dehors de la Membrana limitans interna. Les fibres radiales apparaissent comme des stries transversales qui coupent le nerf optique à angle droit. Les faisceaux de fibres, immédiatement en dehors du bourrelet, sont tout aussi serrés que sur le parcours du nerf dans la Lamina cribrosa, et, à plusieurs millimètres de l'entrée du nerf optique, par ex. dans la Macula lutea, on peut encore rencontrer des fibres radiales qui marchent en serpentant; quelquefois elles paraissent plus grosses et plus larges qu'à l'entrée. Plus loin en dehors, les fibres deviennent de plus en plus fines, et modifient leur marche et leur aspect, comme nous l'avons plus haut décrit en détail en parlant des fibres radiales. Par suite du mélange de fibres élastiques qui a lieu dans la Lamina cribrosa, il est vraisemblable que ces fibres se trouvent aussi plus loin en dehors; c'est ce que sembleraient indiquer l'aspect et la finesse plus grande des fibres radiales, ainsi que leur division apparente ou réelle.

Les faisceaux s'écartent dans le bourrelet de leur direction perpendiculaire pour en prendre une oblique, et forment ensuite un genou assez pointu avant de s'étaler davantage sur la surface interne de l'œil, le bourrelet s'aplatissant rapidement en dehors. Celui-ci, exclusivement formé du nerf optique, a une épaisseur moyenne de $0^{mm.},573$. Après avoir été comprimés et serrés dans la Lamina cribrosa, les faisceaux s'élargissent dans le bourrelet. Le nerf optique tout entier devient en outre plus transparent, et les fibres cérébrales augmentent beaucoup de largeur dans la couche superficielle du bourrelet, avant même que le genou soit formé. La masse plus volumineuse du bourrelet provient donc non-seulement de la cohérence plus faible des faisceaux, mais aussi de l'épaisseur plus grande des fibres cérébrales elles-mêmes. Ces fibres, que nous avons déjà mentionnées en décrivant le Stratum fibrarum cerebralium (Pag. 64), ont tout à fait l'aspect des fibres cérébrales larges ou épaisses qui se trouvent en certains points du cerveau, ou plutôt de véritables fibres nerveuses (Fig. 39). Leur largeur atteint jusqu'à $0^{mm.},007$; elles sont limitées de chaque côté par un double contour qui indique la présence d'une gaîne remplie de moelle, et peuvent présenter des parties étranglées et dilatées, mais qui n'ont pas le caractère de véritables varicosités. Sur les coupes transversales, apparaît le grand lumen rond des fibres;

on dirait une quantité de globules à côté les uns des autres. Lorsque les fibres ont été coupées, les bouts en sont frangés, mais je n'ai pu y découvrir d'axe cylindrique. Elles sont fortement collées ensemble, et réunies en faisceaux de $0^{mm.}$,06—0,07 d'épaisseur, entourés de fibres circulaires qui ressemblent plutôt aux fibres élastiques de la sclérotique qu'à de véritables fibres de tissu cellulaire. Les fibres cérébrales conservent leur grande épaisseur pendant tout leur parcours dans le bourrelet, et s'amincissent ensuite à mesure qu'elles s'en éloignent en s'étalant davantage. Je ne saurais dire exactement jusqu'à quelle distance elles conservent leur épaisseur; elles semblent être également distribuées de tous les côtés, et, comme il a été dit plus haut, j'en ai rencontré dans l'espace entre l'entrée du nerf optique et la Macula lutea, tant sur les sections longitudinales que transversales. Quoiqu'elles soient plus faciles à observer chez les nouveaux-nés, elles n'ont cependant jamais fait défaut lorsque je les ai cherchées chez les adultes, et elles doivent par conséquent être regardées comme constantes. Il faut encore remarquer ici que même les fibres cérébrales fines du bourrelet sont plus épaisses qu'ailleurs.

De l'artère centrale partent une quantité de gros rameaux qui, dans la plus grande partie de leur parcours, sont situés immédiatement sous les fibres cérébrales du nerf optique, puis passent entre elles et le Stratum cellularum cerebralium, et débouchent perpendiculairement dans le Stratum granulatum internum. On juge le mieux de leur grosseur d'après leur section transversale ronde ou ovale. De ces rameaux il en part d'autres plus petits, et finalement il se forme un réseau vasculaire assez fin, qui couvre ou plutôt enlace de tous côtés les faisceaux dont se compose le nerf optique. Les vaisseaux forment des mailles assez serrées, qui sont visibles sur les fibres cérébrales longitudinales; si celles-ci sont coupées en travers, on voit les vaisseaux y pénétrer en long dans toute la hauteur du faisceau, en étant accompagnés d'un assez grand nombre de fibres légèrement ondulées de tissu cellulaire. Les grosses fibres cérébrales sont aussi entourées d'un réseau semblable de vaisseaux capillaires (Fig. 39, a). Les parois des vaisseaux renferment de nombreux noyaux ronds; un développement plus avancé de cellules épithéliales complètes est plus facile à observer chez les animaux, le lapin par exemple; les noyaux isolés qu'on rencontre sur les fibres cérébrales proviennent sans doute des vaisseaux.

A l'exception des cellules cérébrales dont nous avons plus haut mentionné la présence dans la Fossa vasorum centralium, on ne trouve à l'entrée du nerf optique aucun des autres éléments de la rétine; ils commencent seulement à se montrer à la périphérie du nerf comme des couches pointues très minces. Sur les coupes verticales, toutes les couches ensemble forment aussi une pointe arrondie, où les diverses couches de la rétine ne semblent pas cependant devenir visibles en même temps. Les Stratum granulatum externum et internum peuvent en effet déjà avoir atteint respectivement une épaisseur de $0^{mm.}$,02 et de $0^{mm.}$,03 (Fig. 44, a et c), avant que les cellules cérébrales commencent à paraître; mais cela tient sans doute à des différences individuelles, car j'ai rencontré des

yeux où les cellules cérébrales apparaissaient avant les deux couches précédentes, immédiatement dans le genou que le nerf optique forme à son entrée. Les diverses couches ne présentent rien qui soit digne de remarque. Les cônes sont courts, n'ont qu'une longueur de $0^{mm},02$ et touchent le nerf optique. Les bâtonnets ne sont pas nombreux dans quelques yeux, de sorte qu'il n'y en a probablement qu'un entre deux cônes, mais il semble y en avoir davantage dans d'autres yeux. Je crois avoir observé que la Membrana limitans externa se soulève à partir de la choroïde. Dans le Stratum granulatum externum, les globules sont peut-être d'abord plus petits que plus tard; comme il a été remarqué plus haut dans la description de cette couche, j'ai aussi constaté ici que le premier grain des bâtonnets, celui qui, sans reposer directement sur la Membrana limitans externa, en est le plus voisin, était ovale et plus pâle que les autres. A peu de distance de l'entrée du nerf optique, j'ai souvent observé les calottes des cônes avec des filaments assez gros qui en partaient. Les filaments partant des bâtonnets ne semblent pas être lisses mais rugueux, ce qui provient peut-être des ramifications sur lesquelles étaient placés les grains. La partie filamenteuse de la couche est finement striée, mais les filaments, à l'origine, sont quelquefois courts, et la couche est par suite tellement mince, que les Stratum granulatum externum et internum semblent être en contact l'un avec l'autre; plus tard, la longueur des filaments s'accroît. J'ai observé distinctement la Membrana intermedia (Fig. 44, b) comme une zone claire, mais seulement à quelque distance du nerf optique; toutefois, malgré de grands efforts, je n'ai pas réussi à en voir l'origine proprement dite. Sur les coupes obliques, elle était comme d'ordinaire plus large. Dans le Stratum granulatum internum (Fig. 44, c), les cellules, étroitement entourées d'une membrane cellulaire, sont pressées suivant une ligne droite contre la Membrana intermedia, et sont plus grandes que les globules du Stratum granulatum externum. Le Stratum granulosum reste longtemps très mince, et on y voit distinctement les stries produites par les fibres radiales. Les cellules cérébrales (Fig 44, d) sont à l'origine plus petites que plus tard, et présentent un noyau distinct; elles ne forment qu'une couche, mais, après un parcours très court, on en voit les unes sur les autres 2—3 rangées, dont quelques-unes sont déjà munies de rameaux. Du reste, le nombre des cellules cérébrales est différent sur les côtés diamétralement opposés du nerf, de sorte que la couche peut être deux fois plus puissante que nous ne l'avons indiqué. De la couche partent perpendiculairement et obliquement des vaisseaux qui pénètrent dans les couches du nerf optique, et s'y ramifient. Quant aux fibres radiales, nous en avons déjà parlé plus haut.

Chez plusieurs animaux que j'ai examinés, le nerf optique, à son entrée dans l'œil, est divisé en faisceaux de la même manière que chez l'homme. Chez le bœuf, ils sont gros, de forme ovale et entourés de fibres circulaires de tissu cellulaire, qui deviennent plus nombreuses près de la Membrana limitans interna, et à la limite des cellules cérébrales. De là partent un grand nombre de cloisons qui pénètrent dans l'intérieur des

faisceaux, et des fibres qui se rendent dans le Stratum granulosum, après quoi la gaîne de tissu cellulaire se transforme en fibres radiales, pendant que le nerf optique s'épanouit. Chez le chien, le tissu cellulaire qui enveloppe les faisceaux est extrêmement développé, et on voit très distinctement comment il donne naissance aux arcades des fibres radiales, et s'étend jusque dans le Stratum granulosum. Chez le lapin, les gros faisceaux sont entièrement enveloppés d'une épaisse couche de tissu cellulaire à fibres extrêmement fortes; les faisceaux centraux sont en outre entourés d'une espèce de gaîne gélatineuse.

MACULA LUTEA ET FOVEA CŒCA.

Qu'il n'existe pas de Plica centralis ou de pli depuis l'entrée du nerf optique jusqu'à la Fovea cœca ni au-delà, c'est ce que j'ai déjà montré il y a longtemps[1], en indiquant les différentes formes sous lesquelles cette Plica peut se présenter; j'ajouterai seulement ici que les formes qu'on rencontre dans les yeux durcis dans l'acide chromique, sont aussi variées que dans les yeux non durcis. Lorsqu'il s'est formé un pli, la Fovea cœca est située tantôt sur le bord libre du pli, tantôt un peu à côté, entourée d'un petit bourrelet et reconnaissable à sa teinte plus blanche. L'œil n'était-il pas frais avant d'avoir été durci, le pli devient plus épais et plus grand, se prolonge plus loin en dehors et peut atteindre une longueur de $8^{mm.}$ ou davantage, en se terminant en pointe extérieurement.

La Fovea cœca, avec la Macula lutea qui l'entoure, est le dernier reste de la fissure foetale de l'œil. Les variations de grandeur, de forme et de coloration que présentent ces parties, peuvent s'expliquer par le moment différent où le développement s'est arrêté. Le diamètre horizontal de la Macula lutea varie de 2 à $4^{mm.}$, le diamètre vertical est toujours plus petit. D'autres différences sont peut-être individuelles; ainsi les parois de la Fovea cœca peuvent être plus ou moins inclinées, et la fosse elle-même, avoir une forme très variable, quelquefois cylindrique ou pyriforme. Les rapports sont encore plus difficiles à juger lorsque l'œil est durci; beaucoup dépend de la concentration de la solution et de la durée du durcissement; même dans des yeux bien conservés, où la surface interne de la rétine et la Macula lutea sont lisses, et où la couche des bâtonnets et des cônes s'est maintenue, on peut rencontrer une ou plusieurs fentes fines ou sinuosités autour de la Fovea cœca, sans qu'on soit en état de dire si elles sont normales ou non; il est rare que la couleur jaune de la Macula lutea soit encore distincte. Veut-on étudier des coupes verticales de la Macula lutea, il faut également tenir compte de l'influence du durcissement et de la préparation, non-seulement parce que certaines couches — tantôt les éléments filamenteux, tantôt les cellules et les globules — peuvent se conserver mieux

[1]) A. Hannover, das Auge, 1852, p. 55.

que d'autres, mais surtout parce qu'il est souvent difficile de décider si l'on a devant soi une coupe exactement verticale, ce qui est naturellement de la plus grande importance pour l'estimation de l'épaisseur de la couche. Enfin viennent les différences provenant de l'âge; car la Macula lutea tout entière est d'un tiers plus mince chez les nouveaux-nés que chez les adultes, les cônes sont plus courts, et il est douteux que les rapports entre l'épaisseur relative des couches soient les mêmes chez les premiers que chez les seconds. En tout cas, il est toujours plus hasardeux de comparer l'épaisseur des couches dans des yeux différents que dans un seul et même œil. L'examen que nous allons faire des diverses couches dans la Fovea cœca et la Macula lutea, nous montrera que leur disposition s'écarte beaucoup de celle qu'elles présentent dans le reste de la rétine, bien que les éléments en soient les mêmes.

Le *pigment* est plus foncé dans la Macula lutea, et se présente souvent sous la forme d'une étoile de $2^{mm.}$ environ de diamètre. Il n'offre pas trace de cicatrice, mais la choroïde y est peut-être plus épaisse qu'autour de la Macula lutea. Une formation de cicatrice, comme j'en ai trouvé dans la sclérotique, sera l'objet d'un mémoire à part. Le pigment reste quelquefois attaché au sillon que j'ai, dans quelques cas rares, rencontré sur la surface externe de la rétine; mais, d'un autre côté, il adhère souvent si fortement à la choroïde sur la ligne médiane de la Macula lutea, que, lorsqu'on veut détacher la rétine, les cônes se rompent par le milieu et accompagnent le pigment. Les cellules du pigment sont-elles plus hautes dans la Macula lutea qu'ailleurs, je ne saurais le décider.

Bâtonnets et cônes (Fig. 52, a). Nous avons déjà dit plus haut que les cônes les plus longs et les plus minces se trouvent derrière la Fovea cœca; la longueur moyenne dans 4 yeux était de $0^{mm.}$,06 (corps du cône, $0^{mm.}$,027; pointe du cône, $0^{mm.}$,034); le corps du cône, dont l'épaisseur ne dépasse guère celle d'un bâtonnet, est pâle, mou, à grains très fins et à contours parallèles, et ne présente aucun renflement en forme de bouteille. La pointe est si fine qu'elle apparaît quelquefois comme une simple ligne. Les pointes, au centre de la Fovea cœca, sont plus longues que le corps, tandis que c'est l'inverse ailleurs. L'épaisseur des cônes augmente en dehors, tandis que leur longueur diminue; à une distance de $0^{mm.}$,2, la longueur totale était de $0^{mm.}$,044, l'épaisseur avait augmenté de $0^{mm.}$,0015 à 0,003 et par conséquent doublé, après quoi elle restait longtemps la même. Comme il a été dit plus haut, on trouve déjà quelques bâtonnets dans le voisinage de la Fovea cœca, et ils sont nombreux sur toute la périphérie de la Macula lutea; on y rencontre souvent des parties où il n'y a que des bâtonnets. J'ai également trouvé des cônes doubles très près de la Fovea cœca.

La *Membrana limitans externa* (Fig. 52, b) apparaît dans la Macula lutea tantôt plus épaisse, tantôt plus mince qu'ailleurs, et est même quelquefois invisible derrière la Fovea cœca. En coupe verticale, elle ne suit pas une ligne droite, mais, à partir de la Fovea cœca, fait intérieurement, vers le centre de l'œil, une sinuosité assez large mais

plane. Cela vient de ce que les cônes sont beaucoup plus longs dans la Fovea cœca, et, pour avoir de la place, repoussent la membrane en dedans. Il y a toutefois une autre cause qui augmente l'étendue de la sinuosité. Entre les pointes des cônes et les cellules du pigment, j'ai en effet souvent rencontré derrière la Fovea cœca, et s'étendant sur les côtés, une petite masse blanche, plane, à gros grains et de structure indéterminée. Cette masse joue-t-elle un rôle, ou se compose-t-elle seulement d'éléments détruits (pointes de cônes?), on ne saurait le dire avec certitude.

Stratum granulatum externum. Les calottes dans la Fovea cœca sont si petites qu'on dirait un fil de perles, ou de petits anneaux (Fig. 52, c); mais elles augmentent ensuite de grandeur en dehors dans la Macula lutea, à mesure que l'épaisseur des corps des cônes s'accroît. La zone formée par les globules (Fig. 52, d) s'amincit derrière la Fovea cœca, et ceux-ci y sont plus épars; cependant elle perd relativement moins en épaisseur que les autres couches. Comme moyenne dans 6 yeux, j'ai trouvé $0^{mm.},032$, et, chez un enfant nouveau-né, au-dessous de $0^{mm.},03$.

La partie filamenteuse de cette couche est la plus caractéristique de toute la Macula lutea (Fig. 52, e). Remarquons d'abord qu'elle se compose seulement de filaments de cônes, les bâtonnets ne s'y trouvant qu'exceptionnellement, fait sur lequel nous avons déjà appelé l'attention à l'occasion des globules de cette couche, qui doivent être ou libres ou attachés seulement aux filaments des cônes, contrairement à l'opinion généralement admise qu'ils ne s'attachent qu'aux filaments des bâtonnets. Ce sont principalement ces filaments qui, par leur grand développement, sont cause que la rétine est bien plus épaisse dans la Macula lutea qu'ailleurs. Ils se comportent du reste à leur origine comme à l'ordinaire, et même les filaments qui sortent des très petites calottes derrière la Fovea cœca, ne sont pas plus minces que ceux des grandes calottes. Par contre, ils ont une longueur très différente. Tandis que la longueur moyenne des filaments, dans trois yeux, n'était que de $0^{mm.},021$ dans la Fovea cœca, elle s'élevait à $0^{mm.},132$ en dedans du milieu des moitiés supérieure et inférieure de la Macula lutea, et, dans quelques cas, dépassait même $0^{mm.},2$. Les filaments sont très mous, lisses, ne deviennent pas variqueux, mais présentent, quoique rarement, des renflements longs, minces et fusiformes.

La direction des filaments à l'état frais et normal est sans doute la même que dans le reste de la rétine, à savoir perpendiculaire entre la Membrana limitans externa et la Membrana intermedia (Fig. 45, e); mais en général ils sont plus obliques, et suivent une ligne légèrement frisée, sinueuse ou en forme de C ou d'S, sans pourtant avoir la marche fortement ondulée qui caractérise les fibres du tissu cellulaire.

Mais lorsque l'œil a été durci dans l'acide chromique et préparé en tranches fines, la marche des filaments et toute leur manière d'être présentent des changements notables. Plusieurs filaments, 2—5 à la fois, peuvent se réunir comme en un Plexus, sans du tout se ramifier, et former des faisceaux ou des poutrelles, qui sont perpendiculaires ou décrivent

de légères sinuosités entre la Membrana limitans externa et la Membrana intermedia, et laissent entre elles et les filaments qui restent toujours isolés, des intervalles variables (Fig. 51). Les filaments, à l'état normal, étant également séparés par des intervalles, ceux-ci, à l'état frais, doivent être remplis d'une humeur fluide, peut-être gélatineuse, et c'est ce qu'on a aussi l'occasion de constater lorsqu'il s'est formé des poutrelles, et que l'humeur dont il s'agit a été coagulée par le durcissement dans l'acide chromique. On observe alors entre les poutrelles, dans une couche claire, des figures en forme d'étoile, à ramifications irrégulières, composées de filaments extrêmement fins à simple contour. Les filaments des poutrelles peuvent paraître frangés sur leurs bords. L'existence d'une humeur entre les poutrelles pourrait faire supposer qu'il se forme des cloisons à travers toute la Macula lutea, mais cette hypothèse est en opposition avec le fait que les filaments des poutrelles partent isolement des calottes des cônes. Intérieurement, les filaments aboutissent à la Membrana intermedia, et viennent, comme d'ordinaire, se fixer à sa surface externe, souvent en forme d'arcades de figure et de grandeur variables. Dans la seconde partie de ce mémoire, nous reviendrons sur ce caractère de la partie filamenteuse du Stratum granulatum externum, parce qu'il sert à éclaircir un arrêt de développement que j'ai décrit en 1845 dans le Coloboma oculi.

A cause de leur mollesse et de leur longueur, les filaments ont de la tendance à former un genou (Fig. 45, f). Cela n'arrive guère dans le voisinage de la Fovea cœca, où ils sont courts, et conservent en général une marche oblique irrégulière et légèrement sinueuse; mais, à quelque distance de la Fovea cœca, ils forment souvent tous un genou pointu, après quoi, isolés ou réunis en faisceaux, ils suivent une ligne droite ou mollement ondulée. Il en résulte pour les filaments comme une disposition en forme de tourbillon, dont on trouve quelquefois la trace même derrière la Fovea cœca. En outre, on constate ordinairement que les filaments, dans les parties épaisses de la couche, forment plus ou moins brusquement un tissu caverneux ou spongieux à mailles ovales ou irrégulières, grandes et petites, fines et grossières, plus ou moins nettement limitées par les filaments; ces mailles sont vides, ou renferment des filaments fins semblables à ceux des poutrelles et ayant sans doute la même origine. Cette forme caverneuse des filaments ne se voit pas derrière la Fovea cœca, mais seulement dans la partie la plus épaisse de la Macula lutea.

J'ai toutefois, après de longues recherches, acquis la conviction que la flexion en forme de genou et la formation caverneuse sont l'une et l'autre des produits artificiels. En effet, c'est toujours au milieu des moitiés supérieure et inférieure de la Macula lutea, là où la couche a son maximum d'épaisseur, et où les filaments sont les plus forts, mais en même temps soumis à de grandes variations dans des yeux différents, qu'elles présentent toutes les deux le caractère le plus marqué. L'épaisseur de toute la couche varie suivant la compression due à la préparation; c'est tantôt la flexion en forme de genou

des filaments, tantôt la formation caverneuse qui prédomine. La première se trouve généralement en dedans, près de la Membrana intermedia, quelquefois tout contre cette membrane en produisant une raie plus foncée; mais, dans certains cas, elle est plus voisine des globules du Stratum granulatum externum, et une fois même j'y ai vu comme deux bandes de filaments en forme de genou. Les mailles du tissu caverneux n'ont ni grandeur, ni disposition déterminée, mais, dans le sens de leur longueur, elles suivent en général la direction des filaments; lorsqu'apparaît ce tissu, la largeur de la couche est très variable. L'exemple suivant montrera combien les conditions peuvent varier. Dans une coupe verticale menée par la Fovea cœca d'un œil bien conservé, les filaments décrivaient un arc de chaque côté sans former de genou, mais, dans la coupe suivante du même œil, ils décrivaient un arc dans une moitié de la Macula, et suivaient dans l'autre une direction perpendiculaire; une troisième coupe, plus loin en dehors, présentait dans les deux moitiés une flexion en forme de genou, et çà et là une formation caverneuse. Ces irrégularités montrent que l'apparence dont il s'agit est une suite soit du durcissement, soit de la préparation et de la pression du scalpel avec lequel on fait les coupes, et que la direction un peu oblique ou perpendiculaire des filaments, telle qu'on la trouve ailleurs dans la rétine, est également la direction normale dans la Macula lutea. La tendance de la Macula lutea à former des plis de diverses manières, n'est pas sans exercer ici une assez grande influence, et on s'explique facilement ainsi le déplacement des éléments renfermés dans ces plis.

Mais il est un caractère qui ne saurait guère être tout accidentel, parce qu'il y a d'autres faits qui témoignent d'un manque de symétrie dans la Macula lutea, non seulement dans les moitiés intérieure et extérieure, mais aussi dans les moitiés supérieure et inférieure. C'est en effet chose très ordinaire que les conditions ne soient pas les mêmes dans les moitiés supérieure et inférieure, que l'une, par exemple, soit plus épaisse que l'autre et que les filaments, par suite, n'aient pas la même longueur, ou que l'une renferme un genou très prononcé, tandis que celui-ci manque dans l'autre, ou est indistinct, ou a une direction différente, oblique, ou même horizontale. La formation caverneuse peut également présenter un développement différent dans les deux moitiés, et commencer à une distance inégale de la Fovea cœca. Nous examinerons plus tard dans leur ensemble toutes les circonstances dans lesquelles ce manque de symétrie de la Macula lutea se produit.

Membrana intermedia (Fig. 45, g; Fig. 52, f).[1] En coupe verticale, elle apparaît dans la Macula lutea comme une zone claire, sans structure, à contours assez nets; cependant je ne l'ai observée qu'une seule fois juste derrière la Fovea cœca, tandis que je l'ai vue souvent à une petite distance ($0^{mm},10$) de la Fovea cœca. Dans un cas, l'épaisseur en était différente dans les moitiés supérieure et inférieure de la Macula lutea. Elle n'est pas influencée par les changements que subissent les filaments du Stratum granulatum externum, et le tissu caverneux semble par suite rencontrer suivant une ligne droite la

raie claire que la membrane forme en coupe verticale. La membrane n'est-elle pas visible, le tissu caverneux peut s'étendre jusqu'au Stratum granulatum internum ou au vaisseau qui, dans la Macula lutea comme ailleurs, court à une distance variable de la membrane sur sa surface interne.

Le *Stratum granulatum internum* (Fig. 45, h; Fig. 52, g) forme dans la Fovea cœca une couche de 4—5 cellules d'épaisseur seulement, mais n'est pas nettement séparé du Stratum cellularum cerebralium; entre les deux couches, j'ai, à plusieurs reprises, vu un vaisseau mince courir perpendiculairement de haut en bas. Extérieurement, dans la Macula lutea, l'épaisseur de la couche s'accroît peu à peu.

Le *Stratum granulosum* (Fig. 45, i; Fig. 52, h) manque entièrement derrière la Fovea cœca, et commence seulement à se montrer, à une distance de $0^{mm.},06$ (moyenne de 7 yeux), comme une couche très mince dont l'épaisseur augmente peu à peu en dehors. J'ai également, dans cette couche, observé un manque de symétrie entre les moitiés supérieure et inférieure de la Macula lutea.

Stratum cellularum cerebralium (Fig. 45, k; Fig. 52, i). Les cellules cérébrales ne forment dans la Fovea cœca qu'une couche de 2—3 cellules d'épaisseur, et sont mêlées à celles du Stratum granulatum internum; les deux couches réunies ont dans la Fovea cœca une épaisseur de $0^{mm.},04$ à 0,07 (moyenne de 7 yeux); chez un enfant nouveau-né, elle n'était une fois que de $0^{mm.},03$. Dans quelques yeux, j'ai rencontré des cellules cérébrales plus grandes qu'à l'ordinaire, avec de gros noyaux. Aussitôt qu'apparaît le Stratum granulosum, les cellules cérébrales deviennent très nombreuses, et la couche atteint son maximum d'épaisseur dans les moitiés supérieure et inférieure de la Macula lutea, à l'endroit où le nerf optique commence à se montrer, et où l'on peut trouver jusqu'à 8 cellules superposées. L'épaisseur de la couche diminue extérieurement vers la périphérie de la Macula lutea, et décroît assez rapidement tout autour. Parmi les cellules cérébrales de la Fovea cœca, j'en ai une fois rencontré deux qui étaient distinctement unies par une commissure et ramifiées (Fig. 53).

Stratum fibrarum cerebralium. Les fibres cérébrales manquent complètement à $0^{mm.},65$—0,75 du centre de la Fovea cœca; par suite, si l'on se figure la concavité de la Fovea cœca développée sur un plan, il y a au milieu de la Macula lutea une place de $1^{mm.},3$ à 1,5 de diamètre où le nerf optique ne s'épanouit pas. Autour de cette place, s'étalent les fibres cérébrales du nerf optique venant de l'entrée, de manière à former un arc qui, en haut et en bas, tourne sa concavité vers le diamètre horizontal de la Macula lutea. Cette concavité, dans laquelle les fibres cérébrales sont éparses et ne forment qu'une couche très mince, présente en même temps la particularité, que sa distance au diamètre horizontal de la Macula lutea n'est pas la même en haut et en bas, et que le nerf optique s'y épanouit aussi avec une force inégale. Outre ce manque de symétrie, on en trouve un autre dans les moitiés intérieure et extérieure de la Macula lutea, la couche

du nerf optique étant intérieurement plus de deux fois plus épaisse qu'extérieurement, de sorte qu'il semblerait qu'une partie des fibres cérébrales se terminent avant d'arriver autour de la Fovea cœca.

La marche en forme d'arc des fibres cérébrales dans les moitiés supérieure et inférieure de la Macula lutea devient peu à peu rectiligne, et leur masse s'accroît successivement, de sorte que la couche atteint son épaisseur maximum dans un cercle qu'on peut se figurer tracé environ à moitié chemin entre le centre de la Fovea cœca et la périphérie de la Macula lutea. Les Stratum fibrarum et cellularum cerebralium ont à peu près la même épaisseur en ce point; les cellules prédominent dans l'intérieur du cercle, et, par l'épaisseur de la couche, comme par la rareté ou le manque complet des fibres cérébrales, on peut décider avec assez de certitude à quelle distance de la Fovea cœca a passé la coupe; en dehors du cercle, la masse des cellules diminue, tandis que celle des fibres augmente sur une courte étendue, pour décroître ensuite rapidement à la périphérie de la Macula lutea. Les faisceaux du nerf optique ont dans la Macula lutea une section ronde ou ovale (Fig. 45, m); toutefois, il faut à cet égard, dans les coupes verticales, tenir compte de la marche en forme d'arc des fibres.

Fibræ radiales. Nulle partie de la rétine ne prouve mieux que la Macula lutea que les fibres radiales sont les gaînes de tissu cellulaire des faisceaux des fibres cérébrales. Tant que les fibres cérébrales n'ont pas paru dans la Fovea cœca et son entourage, on ne rencontre pas trace de fibres radiales; elles se montrent seulement à l'apparition du nerf optique dans la Macula lutea, et ne deviennent bien reconnaissables que lorsque le nombre des fibres cérébrales augmente. Mais alors elles sont aussi très fortement développées, telles que nous les avons décrites plus haut et représentées (Fig. 45, 46, 47). Les fibres de tissu cellulaire qui forment l'enveloppe générale des faisceaux, sont notamment très développées, de sorte qu'il y a entre le nerf optique et les cellules cérébrales un intervalle distinct où l'on peut voir courir des vaisseaux (Fig. 46, c). Les vaisseaux plus gros envoient intérieurement entre les faisceaux des fibres cérébrales de fines ramifications, qui pénètrent dans leurs gaînes de tissu cellulaire; on peut rencontrer des vaisseaux qui sont accompagnés et entourés de fibres, comme si celles-ci remplissaient le rôle de gaînes de tissu cellulaire d'un vaisseau; d'autres ramifications vont en dehors entre les cellules cérébrales (Fig. 46, d).

La *Membrana limitans interna* (Fig. 52, k) constitue dans toute la Macula lutea une membrane indépendante, claire et sans structure. Elle est surtout distincte dans la Fovea cœca, lorsqu'il s'est formé dans celle-ci un pli avec une cavité plus grande; à cause de son élasticité, elle ne se rompt point, mais se contracte et est tendue comme un pont au-dessus de la cavité. On l'observe assez souvent ainsi, et je n'ai alors pas vu trace de fibres radiales sur sa surface externe. Par contre, on peut, autour de la Fovea cœca, rencontrer l'origine en forme d'ombelle des fibres radiales, également dans le cas où la

membrane est tendue comme un pont au-dessus d'une cavité et sans union avec elles. Il n'est pas impossible que l'élasticité de la membrane soit la véritable cause de la formation des plis dans la Macula lutea et dans d'autres points de la rétine.

En résumant ce qui précède, nous trouvons d'abord que la Fovea cœca est le point le plus mince de toute la rétine derrière l'équateur de l'œil. L'épaisseur en est de $0^{mm.},15$ à 0,2; mais il faut remarquer que les mesures dont ces chiffres représentent les moyennes, ont été prises sur des yeux durcis, et qu'il est bien possible que, par suite de la contraction des couches et de la préparation, l'épaisseur soit en réalité un peu plus grande, bien qu'elle ne puisse guère dépasser le dernier chiffre. Cette diminution d'épaisseur tient à la circonstance que la Membrana limitans interna fait une sinuosité profonde en dehors, et rencontre une sinuosité plus plane de la Membrana limitans externa qui est tournée en dedans; elle provient donc d'un décroissement de toutes les couches, à l'exception de celle des cônes, qui est plus épaisse qu'ailleurs, et de l'absence complète du Stratum granulosum et du nerf optique, lequel manque même sur une plus grande étendue autour de la Fovea cœca. Si l'on veut rapporter à la Fovea cœca toute la partie de la Macula lutea où le nerf optique manque, et qui n'est revêtue que de cellules cérébrales — délimitation qui, au point de vue physiologique, semble assez naturelle — la Fovea cœca, considérée comme un plan, acquiert une étendue bien plus grande qu'on ne le suppose en général, savoir près de $1^{mm.},5$. Plus loin, en dehors de la Fovea cœca, le nombre des cellules cérébrales diminue, tandis que la grosseur du nerf optique augmente; toutes les autres couches, à l'exception des cônes, augmentent également, mais l'épaisseur de la Macula lutea est surtout due au grand accroissement de la partie filamenteuse du Stratum granulatum externum; elle peut atteindre jusqu'à $0^{mm.},6$ en dedans du milieu de ses moitiés supérieure et inférieure. Mais les couches ne s'accroissent pas également, et de là résulte *un manque de symétrie dans la Macula lutea,* tout d'abord dans ses extrémités intérieure et extérieure. Tandis que les Stratum granulatum externum, granulosum et cellularum cerebralium ont à peu près la même épaisseur sur les côtés interne et externe de la Fovea cœca, la partie filamenteuse du Stratum granulatum externum est plus épaisse en dehors, mais la couche du nerf optique a en dedans une épaisseur plus que double. En outre, la descente vers la Fovea cœca est plus raide que la montée de celle-ci vers l'extérieur. Il y a ensuite, comme nous l'avons vu plus haut, manque de symétrie entre les moitiés supérieure et inférieure, puisqu'il existe une différence dans la partie filamenteuse du Stratum granulatum externum, dans la Membrana intermedia, le Stratum granulosum, l'épanouissement du nerf optique et, je le crois aussi, dans l'épaisseur de la Macula lutea prise dans son ensemble. Enfin, il y a asymétrie dans la marche des vaisseaux. Dans toute la rétine et, par conséquent aussi, dans la Macula lutea, on ne rencontre aucun vaisseau en dehors de la Membrana intermedia; les bâtonnets et les

cônes, de même que les divers éléments qui se trouvent dans le Stratum granulatum externum, appartiennent donc aux parties du corps dépourvues de vaisseaux. Les vaisseaux situés en dedans de la Membrana intermedia courent en général dans la limite des fibres et des cellules cérébrales, par conséquent aussi immédiatement derrière la Fovea cœca, en envoyant des rameaux au milieu d'elles, et d'autres, en petit nombre, dans le Stratum granulosum et le Stratum granulatum internum, où comme il a souvent été dit, court un vaisseau près de la surface interne de la Membrana intermedia. Les vaisseaux des deux dernières couches, qui sont plus gros et plus nombreux dans la Macula lutea, y ont généralement une direction verticale, et on en trouve aussi de verticaux et d'obliques entre les fibres et les cellules cérébrales et dans le Stratum granulosum, mais il y a un très gros vaisseau qui court horizontalement sur la limite du Stratum fibrarum et du Stratum cellularum cerebralium, quelquefois en pénétrant un peu dans ce dernier, par conséquent parallèlement au plus long diamètre horizontal de la Macula lutea. Ce vaisseau, qui, en coupe verticale, apparaît comme une grande ouverture ronde ou ovale, court dans une des moitiés de la Macula lutea (la supérieure ou l'inférieure) à une distance de $1^{mm\cdot}$,5 environ du son diamètre horizontal; mais, dans l'autre moitié, cette distance est double, de sorte que si l'on n'a pas fait des coupes transversales très larges de toute la Macula lutea et des parties environnantes, le vaisseau dont il s'agit manque dans cette dernière moitié. Ce n'est que tout exceptionnellement que j'ai rencontré ce vaisseau courant à égale distance des deux côtés du diamètre.

PARS ANTERIOR RETINAE ET ORA SERRATA.

La rétine, dans son ensemble, s'amincit en avant devant l'équateur de l'œil, mais cet amincissement ne s'étend pas également à toutes ses couches. Les Stratum granulosum et granulatum externum, avec leur structure toujours la même, conservent longtemps une épaisseur notable; puis vient le Stratum granulatum internum. La partie filamenteuse du Stratum granulatum externum apparaît en avant sur les coupes verticales comme une raie mince et claire; mais elle s'amoindrit souvent à ce point, que les Stratum granulatum externum et internum sont en contact l'un avec l'autre, séparés toutefois par la Membrana intermedia, qui peut rester distincte, bien qu'elle s'amincisse visiblement en avant. La hauteur des bâtonnets et des cônes décroît dans une forte proportion. La diminution porte surtout sur les cellules cérébrales, qui ne forment qu'une seule couche à cellules éparses; le nerf optique est à peine visible en avant. On peut rencontrer loin en avant les arcades des fibres radiales; nous parlerons tout à l'heure de leurs autres modifications. Les Membrana limitans externa et interna sont intactes. Sur les coupes en long verticales, on rencontre toujours la section transversale d'un vaisseau assez gros

couvert de noyaux, qui court en cercle entre les fibres et les cellules cérébrales à 1mm. environ de l'Ora serrata; quelquefois on aperçoit plusieurs vaisseaux plus petits à $^1/_4$—$^1/_2$mm. de l'Ora serrata. Chez le bœuf, ce vaisseau est si développé qu'il rejette de côté toutes les autres parties, et est presque en contact avec les Membrana limitans externa et interna.

La rétine se prolonge en avant aussi loin qu'elle est distincte à l'œil nu, c'est-à-dire jusqu'à l'Ora serrata, et l'extrémité antérieure en apparaît encore plus nettement sur les yeux durcis dans l'acide chromique. L'Ora serrata tire son nom des dents dont elle est munie, mais celles-ci présentent beaucoup de différences individuelles relativement à leur nombre, leur longueur et leur forme pointue, obtuse ou droite; les échancrures entre les pointes varient également. Sur les yeux durcis, le bord et les pointes en sont quelquefois un peu épaissis, comme ils ont de la tendance à se contracter, à se détacher de la choroïde et à former un bourrelet circulaire. Cela provient sans doute, de même que le pli de la Macula lutea, d'une contraction de la Membrana limitans interna; car cette membrane ne fait qu'un avec le bord, et on ne peut l'en séparer qu'en l'arrachant. Elle se divise sur l'Ora serrata en deux lamelles, entre lesquelles se trouve le canal circulaire en premier lieu décrit par moi[1], qui occupe sur la face antérieure du corps vitré à peu près toute la place qui n'appartient pas à la Fossa lenticularis, c'est-à-dire environ la Pars ciliaris corporis vitrei. Quant aux autres lamelles dans lesquelles la membrane se divise plus tard, nous n'avons pas à nous en occuper ici[2]. La lamelle qui forme la paroi antérieure du canal circulaire, recouvre une rangée de hautes cellules verticales, qui ont leur origine au-dessous et en avant de l'Ora serrata, et que nous décrirons plus bas en détail.

Dans le bord même de l'Ora se trouvent tous les éléments de la rétine; ils s'y arrêtent brusquement, mais s'y montrent sous une forme un peu différente de celle du reste de la rétine. J'ai vu distinctement des bâtonnets et des cônes sur l'Ora serrata en un point où l'épaisseur de la rétine atteignait à peine 0mm.,1. Relativement à leur nombre, il y a certainement à tenir compte des différences individuelles; car, à une petite distance de l'Ora, on trouve dans quelques yeux plus de bâtonnets, dans d'autres, plus de cônes, dans d'autres encore, ces deux éléments en nombre à peu près égal, soit un ou deux bâtonnets entre deux cônes; le plus souvent cependant, les bâtonnets prédominent à 2mm environ de l'Ora, et les cônes, sur le bord même et les pointes. Chez les animaux, les rapports sont peut-être aussi variables; chez le bœuf, les bâtonnets sont de beaucoup les plus nombreux. Chez l'homme, j'ai vu les bâtonnets avec une pointe très pâle et avec le filament qui en part; les cônes sont bas, et d'épais qu'il sont d'abord, deviennent ensuite plus minces, de sorte qu'on peut avoir de la peine à les distinguer des bâtonnets, dont l'épaisseur ne change pas, tandis que leur longueur diminue beaucoup (Fig. 58, a, b).

---

[1]) A. Hannover, das Auge, 1852, p. 36, Pl. I, Fig. 5; Fig. 6, k, l, r.
[2]) l. c. p. 34.

Dans le Stratum granulatum externum, les calottes des cônes se maintiennent sans altération, même à 0^{mm},1 de l'Ora; elles sont allongées, mais ont la même largeur que les corps des cônes, et forment ensemble une lisière plus claire sur la surface interne de la Membrana limitans externa (Fig. 58, d). A 2$^{mm.}$ environ de l'Ora, cette couche a encore une épaisseur de 0^{mm},026, avec des globules distincts; la partie filamenteuse de la couche a un aspect strié, et ne mesure au même point que 0^{mm},0003, mais le plus souvent n'est pas visible. Le Stratum granulatum internum y a une épaisseur de 0^{mm},0018; on peut encore constater que les cellules de cette couche sont plus grandes que les globules du Stratum granulatum externum, mais elles s'y mêlent lorsque la Membrana intermedia cesse d'être visible. Le Stratum granulosum peut être reconnu à ses stries fines et très serrées; les cellules et les fibres cérébrales, qui, réunies au Stratum granulosum, ont une épaisseur de 0^{mm},03, ne constituent pas des couches distinctes, parce que les cellules n'apparaissent qu'isolément et disparaissent, de même qu'on ne trouve que des traces de fibres cérébrales (Fig. 58, h, i). Les Membrana limitans externa (Fig. 58, c) et interna (Fig. 58, k) sont toujours distinctes sous forme de lignes à double contour.

Tandis que les éléments qui précèdent subissent ainsi un décroissement général vers l'Ora serrata, les fibres radiales se comportent d'une manière tout opposée. A 0^{mm},2 de l'Ora, en un point où le nerf optique est à peine visible et où les cellules cérébrales ne se montrent qu'isolément, on rencontre encore sur les coupes verticales en long les petites arcades que les fibres radiales forment à leur origine. Celles-ci croissent ensuite en nombre en pénétrant entre les diverses couches qu'elles déplacent, et en augmentant en même temps l'épaisseur de la rétine. On les voit fréquemment décrire des arcs à faible courbure qui s'écartent les uns des autres en laissant entre eux des espaces vides, qui, sur les coupes verticales en long, ont la forme de tunnels (Fig. 57, c). Ceux-ci d'abord petits, augmentent en grandeur vers l'Ora, pour diminuer de nouveau et disparaître enfin dans l'Ora elle-même, la masse des fibres radiales continuant de s'accroître. Les tunnels, qu'il faut se figurer dans leur ensemble comme des espaces circulaires situés en arrière ou en dehors de l'Ora, déplacent les Stratum granulosum et granulatum internum, et vont extérieurement jusqu'à la Membrana intermedia, qui est bien distincte (Fig. 58, e), et en dehors de laquelle on voit les globules du Stratum granulatum externum. Mais quelquefois la membrane et cette dernière couche sont également déplacées, et les tunnels s'étendent alors jusqu'à la Membrana limitans externa. Par contre, ils ne vont pas en général assez loin intérieurement pour atteindre le voisinage de la Membrana limitans interna. Les tunnels plus grands peuvent être divisés en d'autres plus petits par des cloisons verticales ou horizontales, ou fermés par une cloison plus ou moins complète qui pénètre dans leur intérieur. Les fibres radiales qui composent les tunnels sont fines, molles, suivent une ligne droite ou légèrement arquée mais non sinueuse, et sont réunies par une fine substance intermédiaire (Fig. 58, f). Elles sont recouvertes d'un nombre très

considérable de noyaux ronds ou ovales, pâles et à grains fins, à contours moelleux, quelquefois pointus aux deux bouts et passant dans les fibres, souvent entourés d'un halo, et différents ainsi d'autres éléments de la rétine, notamment des globules du Stratum granulatum externum. Ils peuvent être si nombreux qu'ils forment des files verticales entières. Chez le bœuf, il n'y a pas de tunnels, mais des ouvertures rondes éparses, et les fibres radiales croissent aussi en nombre.

Jusqu'à quel point ces tunnels sont normaux ou non, est encore incertain. Je ne les ai pas trouvés dans les yeux des nouveaux-nés, mais quoiqu'ils soient plus fréquents chez les adultes, et qu'ils ne prennent peut-être naissance qu'avec l'âge, j'ai cependant rencontré des yeux d'adultes où ils manquaient, et où l'Ora et son entourage étaient solides, mais se distinguaient par un tissu cellulaire plus développé et de nombreux noyaux. Même chez les adultes, ils se comportent très différemment, non-seulement dans des yeux différents, mais aussi dans le même œil; dans quelques endroits, ils manquent, et l'Ora est solide; dans d'autres, ils sont plus ou moins nombreux, plus ou moins grands. Qu'ils dussent être des produits pathologiques, je n'ai aucune raison de le supposer. Je les ai trouvés dans des yeux que je savais positivement être sains, comme dans beaucoup d'autres pour lesquels il n'y avait du moins aucune preuve qu'ils eussent été malades. Dans les cas où l'Ora s'est épaissie par le durcissement, ou qu'il s'y est formé un pli, les tunnels sont toujours plus hauts et plus larges; cela tient peut-être à ce que les fibres possèdent un certain degré d'élasticité qui leur permet de se dilater, de même qu'elles supportent bien la compression lorsqu'on fait des coupes verticales de l'Ora; quelquefois, on voit clairement que la préparation en a augmenté la grandeur, quand au milieu d'un tunnel apparaissent des débris de cloisons brisées.

Le bord libre de l'Ora aboutit intérieurement vers l'iris à un tapis de cellules, qui recouvre la surface interne (postérieure) de la Pars non plicata corporis ciliaris. Les cellules sont placées verticalement, suivant leur plus long diamètre, sur le corps ciliaire couvert de pigment noir, sont allongées, ovales intérieurement (en arrière), très claires et transparentes, et contiennent un grand noyau ovale qui repose presque directement sur le corps ciliaire (Fig. 59, b). Lorsqu'on veut détacher les cellules, elles s'étirent; le noyau devient aussi allongé et indistinct, et on dirait que les cellules sont fixées au corps ciliaire par des fibres fines, mais ce n'est qu'un produit artificiel; la préparation peut aussi leur faire prendre une position oblique ou les comprimer. La couche des cellules est, sur sa surface interne (postérieure), en entier recouverte d'une masse claire, sans structure, de consistance gélatineuse, qui peut atteindre une épaisseur notable, et devenir striée par la préparation, comme si elle était stratifiée, ou s'amincir et disparaître; aussi faut-il éviter une pression trop grande (Fig. 59, c; Fig. 57, f). La masse est intérieurement (en arrière) limitée par la Membrana limitans interna, qui se prolonge au-delà de l'Ora, mais en coupe verticale, elle apparaît seulement comme une ligne simple bien marquée, non avec

un double contour comme ailleurs dans la rétine. Chez le bœuf, où les cellules claires sont très développées, et occupent une bien plus grande étendue que chez l'homme, on observe au contraire un fin double contour.

Près de l'Ora, les cellules en question n'ont pas la même hauteur qu'à une certaine distance, et, dans son voisinage immédiat, on ne voit quelquefois aucune cellule complète, mais seulement une quantité de noyaux de la même grosseur que ceux des cellules, et empilés les uns sur les autres. Il y a en même temps cette particularité que les cellules ne sont pas réparties également sur tout le corps ciliaire, mais sont disposées en rangées qui peuvent partir des pointes de l'Ora ou des échancrures qu'elles présentent entre elles (Fig. 60). Les rangées ne sont pas complètes, mais s'interrompent souvent, de sorte que l'une cesse, tandis qu'une autre commence à côté; on trouve également des cellules isolées éparpillées entre elles. Voilà pourquoi on ne découvre quelquefois pas de cellules sur les coupes verticales, celles-ci ayant alors été menées par un espace vide entre deux rangées; pour être sûr de les trouver, il vaut peut-être mieux faire passer la coupe par une des pointes de l'Ora serrata que par une de ses échancrures. Les rangées de cellules deviennent moins nombreuses, et les cellules elles-mêmes, moins hautes en avant (intérieurement), de sorte qu'en somme elles ne couvrent le corps ciliaire que sur une étendue de 1,5 à 2mm. en dedans de l'Ora. Lorsque les cellules, après s'être raccourcies, disparaissent intérieurement, on voit apparaître sur la surface interne (postérieure) de la masse claire sans structure mentionnée plus haut, des filaments fins, raides, clairs, qui appartiennent à la Zonula, et qui s'étendent peut-être extérieurement jusqu'aux pointes de l'Ora.

Comme nous l'avons remarqué plus haut, il arrive quelquefois qu'une ou plusieurs des pointes fines qui distinguent l'Ora, se redressent sur une très courte étendue au-dessus de leur base, et flottent librement, entourées de la masse claire sans structure dont il a été question plus haut (Fig. 57). Dans une de ces pointes flottant ainsi librement, on peut reconnaître toutes les couches de la rétine, quelquefois même les tunnels formés par les fibres radiales, mais la couche des bâtonnets et des cônes manque sur la pointe elle-même. Les cellules claires se glissent sous la pointe en se raccourcissant, et en aboutissant ensuite à la couche des bâtonnets et des cônes; cependant il n'y a pas de formes de transition entre les cellules et les bâtonnets et les cônes, mais l'intervalle en est rempli par des filaments fins, courts et arqués qui fixent la pointe à la choroïde (Fig. 57, e).

Lorsqu'on regarde, en dedans de l'Ora, la Membrana limitans interna de sa surface externe (antérieure), on trouve les cellules claires disposées en files, debout ou renversées (Fig. 60). La membrane elle-même est lisse et sans structure, et les bouts de filaments qui semblent s'y montrer çà et là, ne sont que des plis. On y remarque en outre, éparpillés sur sa surface, quelques gros noyaux ovales ou ronds, qui ressemblent beaucoup à

ceux que nous avons trouvés dans la membrane à l'entrée du nerf optique (Pag. 72). Les noyaux sont les plus nombreux près de l'Ora, ils deviennent plus rares intérieurement, et disparaissent ensuite complètement.

DIMENSIONS DE LA RÉTINE DE L'HOMME.

Epaisseur de la rétine en millimètres.	à l'équateur de l'œil.	dans la partie la plus épaisse de la Macula lutea.	au centre de la Fovea cœca.	à 1mm. de l'Ora serrata.	en dedans du nerf optique, vis-à-vis de la Fovea cœca.
Longueur totale des bâtonnets . . .	0,038			0,032	0,050
— — — cônes	0,030	0,046	0,059	0,023	
Stratum granulatum externum:					
Partie globuleuse	0,044	0,040	0,032	0,016	0,034
Partie filamenteuse	0,018	0,132	0,021		0,024
Membrana intermedia	0,006	0,006		0,003	
Stratum granulatum internum . . .	0,029	0,050	0,024	0,018	0,032
Stratum granulosum	0,026	0,038	manque		0,034
Stratum cellularum cerebralium . .	0,015	0,068	0,015	0,012	0,015
Stratum fibrarum cerebralium . . .	0,015	0,032	manque	0,006	0,021
La rétine entière	0,191	0,412	0,151	0,110	0,210
Largeur des bâtonnets	0,0014			0,0015	
Longueur du corps des cônes . . .	0,017	0,025	0,027	0,013	
— de la pointe — . . .	0,012	0,021	0,034	0,010	
Largeur du corps — . . .	0,004	0,0052	0,0015	0,0035	
Largeur des cellules du pigment entre l'équateur de l'œil et l'entrée du nerf optique	0,014				
Hauteur des cellules du pigment .	0,0044				

II

PARTIE HISTORICO-CRITIQUE ET PHYSIOLOGIQUE.

Après avoir donné un exposé historico-critique des observations antérieures aux miennes, je me propose, dans cette seconde partie, de montrer que la théorie, d'abord établie par M. H. Müller, et ensuite développée par M. Schultze, de la transmission et de la perception des rayons lumineux, n'est pas soutenable. En vue de cet objet, il sera plus commode d'examiner les différentes couches de la rétine dans un autre ordre que celui qui a été suivi dans la première partie de ce mémoire, et nous commencerons par conséquent par la couche la plus interne. — Les ouvrages cités le seront la première fois avec leur titre complet, et ensuite en abrégé.

I. Stratum fibrarum cerebralium.

Les fibres cérébrales du tronc du nerf optique se dispersent de tous les côtés après leur entrée dans la cavité de l'œil, en formant une couche dont l'épaisseur varie chez les différents animaux, comme aussi en différents points du même œil. La couche a son maximum d'épaisseur autour de l'entrée du nerf optique, manque complètement chez l'homme dans la Fovea cœca et son entourage immédiat; elle et s'amincit peu à peu en avant; mais la terminaison des fibres en général, ou à mesure qu'elles deviennent plus rares et disparaissent, est inconnue. Les fibres isolées ont de la tendance à former des varicosités, mais non au même degré, il s'en faut, que les fibres cérébrales du cerveau. Quoique d'épaisseur variable, elles sont en général fines, mais elles peuvent tout aussi peu que celles du cerveau, être considérées comme dépourvues de moelle, ou comme de simples axes cylindriques. Cette opinion, qui est surtout défendue par ceux qui mettent les fibres en communication directe avec les prolongements partant des cellules cérébrales, dont nous parlerons tout à l'heure avec plus de détail, a d'abord contre elle la formation des

varicosités, qui, tant sur les fibres cérébrales épaisses et minces que sur les fibres de l'épanouissement du nerf optique, sont d'une seule et même nature, bien qu'avec nos moyens actuels nous ne puissions, sur les fibres les plus fines, ni des unes ni des autres, séparer la moelle et la fine membrane qui l'entoure, dc l'axe cylindrique. Quoiqu'on puisse voir des étranglements et des renflements sur quelques véritables axes cylindriques, ce ne sont pas cependant des varicosités, car celles-ci sont formées par une accumulation de masse en quelques points, et par le rétrécissement qui en est la conséquence, dans d'autres. J'ai ensuite montré, en décrivant l'entrée du nerf optique (Pag. 73), que dans le bourrelet formé par ce nerf autour des vaisseaux centraux chez l'homme, se trouvent de grosses fibres cérébrales à double contour, avec de légers étranglements et renflements qui indiquent qu'elles sont remplies de moelle. La présence de fibres cérébrales renfermant de la moelle a été constatée par M.M. Bowman et Müller[1] chez le lapin et le lièvre, par M.M. Kölliker et Müller[2] chez le bœuf, et par M.M. Leidig et Müller chez les poissons. M. Virchow[3], dans un œil d'ailleurs normal d'un homme de 46 ans, a trouvé quatre grosses taches opaques et d'un blanc mat disposées en étoile autour de la papille du nerf optique, lesquelles provenaient de ce que les fibres cérébrales y étaient larges, à bords foncés, et munies d'une gaîne médullaire; dans l'étranglement du nerf optique, la couleur blanche disparaissait et les fibres à moelle devenaient pâles. La transition dans l'œil se faisait progressivement; la gaîne médullaire devenait plus étroite et plus pâle; l'axe cylindrique, qui était très distinct, se continuait dans la fibre pâle, sans cependant qu'on pût distinguer une membrane enveloppante et un axe cylindrique. Les fibres foncées devenaient fortement variqueuses par l'acide chromique, les pâles étaient homogènes ou devenaient fusiformes. M. Recklinghausen[4] a observé dans une tache blanche de la rétine de larges fibres cérébrales médulleuses à contours foncés, mais elles étaient rarement variqueuses; sur les bords de la tache blanche, elles perdaient subitement leur moelle. Ce cas diffère sous deux rapports de celui que M. Virchow a communiqué, parce qu'il a été observé dans un œil amaurotique et à $4^{mm.}$ environ en dedans de la papille du nerf optique. La présence dans la rétine de l'homme, de fibres cérébrales à bords foncés, a d'abord été niée par M. Schultze[5];

---

[1]) H. Müller, anatomisch-physiologische Untersuchungen über die Retina bei Menschen und Wirbelthieren; Siebold und Kölliker, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie 1857, 8, p. 22, 64.

[2]) H. Müller, über dunkelrandige Nervenfasern in der Retina; Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschrift 1860, 1, p. 91.

[3]) R. Virchow, zur pathologischen Anatomie der Netzhaut und des Sehnerven; Virchow, Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie 1856, 10, p. 190.

[4]) F. von Recklinghausen, markige Hypertrophie der Nervenfasern der Retina; Virchow, Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie 1864, 30, p. 375.

[5]) M. Schultze, zur Anatomie und Physiologie der Retina; Schultze, Archiv für mikroskopische Anatomie 1866, 2, p. 263.

mais, dans son dernier travail[1], il considère de pareils cas chez l'homme comme des exceptions. D'après mes recherches, je dois les déclarer constants dans le point dont il s'agit; la manière dont ils se présentent indique des transitions entre les fibres pâles et celles à bords foncés, mais ces fibres ont la même structure. La question de la nature médulleuse des fibres, comme nous le verrons, a de l'importance pour la théorie défendue par M. Schultze; dans un de ses travaux antérieurs[2], il déclare que les fibres sont des axes cylindriques nus; plus tard[3], il est d'avis que la dénomination d'axes cylindriques nus ne s'écarte pas beaucoup de la vérité.

Relativement à la terminaison des fibres cérébrales, nous devons mentionner ici que M. Corti[4] a souvent constaté chez les mammifères une division en fourchette des fibres cérébrales; suivant lui, elles son complètement identiques aux prolongements qui partent des cellules cérébrales, avec lesquels M. Schultze[5] suppose aussi qu'il les a confondues, mais les varicosités en sont plus grandes d'après M. Corti; M. Virchow[6] ne doute pas également qu'il n'existe chez l'homme une division dichotomique des fibres. — Quant aux rapports des faisceaux des fibres cérébrales aux fibres radiales, nous les examinerons en parlant de ces dernières.

2. Stratum cellularum cerebralium.

J'ai déjà employé la dénomination de cellules cérébrales dans mon premier mémoire sur la rétine, et je crois qu'elle est préférable à celle plus répandue de cellules ganglionnaires, qui ne convient guère qu'aux cellules des ganglions du nerf grand sympathique. Bien qu'on puisse dire que les cellules du cerveau appartiennent à la même espèce que celles des ganglions, elles présentent cependant des différences trop grandes pour pouvoir être considérées seulement comme des variétés; mais en fût-il même ainsi, elles doivent être désignées sous un nom différent, puisque cela peut se faire si facilement et sans inconvénient.

Les cellules cérébrales de la rétine, de même que celles du cerveau, ont un cachet commun chez tous les vertébrés. Elles présentent partout une ressemblance complète avec les cellules de grandeur moyenne du cerveau, et ont une membrane indépendante et un noyau relativement gros. Quelques observateurs leur ont refusé une membrane distincte comme aux

---

1) M. Schultze, die Retina; Stricker, Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere 1872, 2, p. 988.

2) M. Schultze, observationes de retinæ structura penitiori 1859, p. 8.

3) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 263.

4) A. Corti, Beitrag zur Anatomie der Retina; Müller, Archiv für Anatomie und Physiologie 1850, p. 274, Pl. 6, Fig. 3, 4.

5) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, p. 982.

6) R. Virchow, Archiv f. path. Anat. 1856, 10, p. 191.

cellules du cerveau; c'est ainsi que M. Blessig[1] a émis l'opinion que la plupart des cellules dites cérébrales ne sont pas des cellules, mais des mailles de fibres remplies par un noyau et une masse granulée, et M.M. Hasse[2] et Schultze[3] sont encore d'avis que le protoplasme qui enveloppe le noyau est dépourvu de membrane cellulaire distincte; les cellules cérébrales reposent bien dans une substance intercellulaire à grains fins, mais c'est seulement par le durcissement qu'elle prend l'aspect d'un réseau. Si M. Manz[4] prétend que les cellules cérébrales sont identiques aux cellules du Stratum granulatum internum (son *mittlere Körnerschicht*), cela prouve que la solution d'acide chromique qu'il a employée était trop concentrée; il a aussi plus tard fait usage de l'alcool, qu'il considère comme convenant surtout à l'étude de la rétine de la grenouille.

Les cellules cérébrales, à une exception près, reposent sur la surface externe de l'épanouissement du nerf optique; ce n'est que dans le creux formé par le nerf optique à son entrée dans l'œil que j'ai trouvé un groupe de ces cellules sur sa surface interne (Pag. 72). J'ai par suite commis une erreur en disant, dans mon premier mémoire sur la rétine, qu'il existe également une couche complète de cellules cérébrales sur la surface interne de l'épanouissement du nerf optique. Il est facile de se tromper à cet égard, lorsque, comme je le faisais alors, on regarde la rétine seulement de face; car, pendant que le nerf optique s'épanouit surtout en avant vers l'Ora serrata, les fibres sont si éparses que les cellules cérébrales pénètrent sur la surface interne de la rétine dans les intervalles entre les fibres. Les cellules cérébrales sont les plus nombreuses en arrière, et elles deviennent plus rares en avant, de sorte que vers l'Ora serrata elles forment à peine une couche. Elles sont partout recouvertes par les fibres cérébrales, excepté dans la Fovea cœca et son entourage, où elles sont à nu.

Une partie des cellules cérébrales sont munies de longs prolongements minces, qui sont la continuation directe de la membrane cellulaire, et ont la même structure et le même aspect que celle-ci. Il peut y en avoir un ou plusieurs, et ils peuvent se ramifier; j'ai rarement, chez l'homme, vu un prolongement unir entre elles deux cellules. Les prolongements ont, par plusieurs observateurs, été mis en continuation directe, d'une part, intérieurement, avec les fibres cérébrales de l'épanouissement du nerf optique, et, d'autre

---

[1]) R. Blessig, de retinæ textura disquisitiones microscopicæ 1855, p. 27; voir aussi la critique de Bergmann dans Göttinger Anzeigen 1855, Nr. 181; il appelle la couche: Stratum granulosum intimum vel tertium. Innere Körnerzellen suivant H. Isaacsohn, Beitrag zur Anatomie der Retina 1872, dénomination qui ne convient pas, parce que les éléments sont des cellules et non des globules.

[2]) C. Hasse, Beiträge zur Anatomie der menschlichen Retina; Henle und Pfeuffer, Zeitschrift für rationelle Medicin 1867, 29, p. 258.

[3]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 262.

[4]) W. Manz, über den Bau der Retina des Frosches; Henle und Pfeuffer, Zeitschrift für rationelle Medicin 1861, 10, p. 316; die Gangliencellen der Froschnetzhaut, ibidem 1866, 28, p. 231. Dans le même ouvrage, p. 236, il rétracte sa dénégation antérieure de la nature nerveuse des cellules cérébrales.

part, extérieurement, avec le Stratum granulosum et les cellules du Stratum granulatum internum et des parties au-delà, d'où résulterait une chaîne composée de plusieurs chaînons, par laquelle la lumière serait transmise aux bâtonnets et aux cônes, comme étant les organes qui la percevraient définitivement. C'est, comme on sait, M. Müller, et, après lui, M. Schultze, qui sont les défenseurs de cette théorie de la transmission et de la perception de la lumière, que je me propose de réfuter dans ce qui suit.

Remarquons d'abord que le nombre des fibres cérébrales, dans l'épanouissement du nerf optique, excède de beaucoup celui des cellules cérébrales, et que chaque fibre ne peut ainsi naître d'une cellule, ce qui est pourtant essentiel pour que l'isolation nécessaire à la perception des rayons lumineux puisse se produire. Il suffit de jeter les yeux sur mes coupes verticales de la rétine pour se convaincre que les fibres cérébrales sont de beaucoup les plus nombreuses. La disproportion est moindre chez l'homme, mais bien plus marquée chez les animaux. De plus, les cellules cérébrales, dans la partie antérieure de l'œil, diminuent bien plus rapidement en nombre que les fibres cérébrales, ce qui augmente encore la disproportion. D'un autre côté, il faut reconnaître que le nombre des cellules cérébrales est très grand dans la Macula lutea, où la vision passe de tradition pour être la plus nette. M. Schultze[1] dit que les cellules cérébrales y sont en grande partie bipolaires; mais dans ses conclusions, où il se montre très enclin à transformer une probabilité en réalité, il avance qu'elles y sont toutes bipolaires. Mais en fût-il même ainsi, ce qu'après de nombreuses observations je suis loin de pouvoir lui concéder, les cellules cérébrales, si l'on en excepte la Fovea cœca et son entourage immédiat, sont en notable minorité dans le reste de la Macula lutea, et les fibres cérébrales font absolument défaut dans la Fovea cœca, de sorte qu'il ne saurait, en cet endroit, y avoir de liaison entre elles et les cellules cérébrales. La disproportion entre le nombre des fibres et celui des cellules cérébrales est si grande, qu'il n'y aurait pas assez de cellules pour suffire à toutes les fibres, même si chacune d'elles était munie de deux ou plusieurs prolongements. Mais cette dernière supposition ne s'accorde pas avec la réalité. On peut examiner des yeux en grand nombre frais ou durcis, et avoir toute la peine du monde à y découvrir une cellule cérébrale avec un prolongement; dans d'autres yeux, on peut en rencontrer un certain nombre avec un prolongement, mais bien plus encore qui en manquent, et qui sont rondes ou ovales, nettement limitées et sans trace de lésion. La difficulté n'en devient donc que plus grande de rattacher toutes les fibres cérébrales de la rétine à ses cellules cérébrales. Pas plus que les cellules du cerveau ne sont toutes munies de prolongements, pas plus on ne peut s'attendre à ce qu'elles le soient dans la substance cérébrale de la rétine. M. Schultze[2], qui avoue lui-même qu'on s'est plu à représenter beaucoup de cellules cérébrales avec

---

[1]) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1025 et 1004.
[2]) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 986.

des prolongements, devrait bien aller plus loin et reconnaître qu'en faveur d'une théorie préconçue, on a plutôt dirigé son attention sur les cellules munies de prolongements que sur celles qui en sont dépourvues.

La structure des prolongements des cellules cérébrales n'est non plus telle, qu'on puisse l'assimiler à celle des fibres cérébrales du nerf optique, bien qu'elle soit caractérisée ainsi par plusieurs observateurs, le plus souvent, il est vrai, seulement lorsqu'il s'agit de la ressemblance de quelques prolongements isolés avec les fibres, mais jamais de celle des masses. C'est ainsi que M. Müller [1] a trouvé chez les poissons que quelques cellules cérébrales sont rondes, polygonales, ou étirées en plusieurs pointes, d'autres claviformes ou fusiformes, et que les prolongements qu'on observe sur plusieurs d'entre elles ont en partie une longueur notable, qu'ils sont incontestablement variqueux et présentent en général tout à fait le même aspect que les fibres optiques de la même rétine. Chez la grenouille, il y a également des cellules avec des prolongements qui sont assez forts et assez longs, et pourvus de varicosités. Chez les oiseaux, M. Müller n'a observé que sur les grandes cellules des prolongements dont plusieurs avaient le caractère d'une fibre nerveuse pâle. En ce qui concerne l'homme et d'autres mammifères, j'en parlerai tout à l'heure avec plus de détail. M. Schultze [2] a observé avec plus de facilité les prolongements dans la région de l'Ora serrata en tournant vers le haut la surface interne de la rétine, et il a alors trouvé que, sous le rapport de la réfraction et de la finesse de la structure, ils n'étaient pas à distinguer des fibres optiques; il représente, avec un grossissement de 500, quelques cellules et quelques prolongements tout à fait colossaux. Mais je ne puis être d'accord avec ces observateurs sur la complète identité des éléments dont il s'agit, bien entendu si la comparaison ne repose que sur une singularité relative à un prolongement ou une fibre isolée. Les prolongements ont toujours le même aspect que la membrane cellulaire et son contenu; ils sont clairs dans les yeux frais, à grains fins ou grossiers et sans contour bien marqué dans les yeux durcis; ils suivent une ligne tantôt droite, tantôt sinueuse; y a-t-il des varicosités, elles sont irrégulières, se montrent tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, et ont la même apparence que le reste du prolongement. Les fibres cérébrales, dans l'épanouissement du nerf optique, sont au contraire toujours claires tant dans les yeux frais que durcis, et jamais granulées; elles ont un contour moelleux mais net, que la fibre, à cause de son extrême finesse, apparaisse comme une ligne simple, ou, si elle est un peu plus grosse, comme une ligne double; elles suivent toujours une ligne droite, et, quant aux varicosités, elles sont presque toujours également développées des deux côtés, et, par suite de la masse qui y est accumulée, ont une réfraction différente de celle du reste de la fibre.

---

[1]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 21, 32, 44, 59, 61.
[2]) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 985, Fig. 346.

Après avoir ainsi montré que les prolongements qui partent des cellules cérébrales, ne sont pas assez nombreux pour pouvoir être en liaison avec toutes les fibres cérébrales du nerf optique, et qu'ils en diffèrent par leur structure et leur marche, il reste encore à résoudre la question de la continuation directe de ces prolongements en fibres du nerf optique. Je dois ici aller au-devant de la remarque, que je devrais en principe me ranger du côté de ceux qui admettent cette continuation. Car j'ai déjà, en 1840 [1], et plus amplement trois ans après [2], établi, je crois, le premier, que les fibres cérébrales du cerveau naissent des cellules cérébrales, et j'ai en même temps fait observer qu'il fallait se garder de prendre une varicosité détachée à laquelle pend un fragment de fibre, pour une cellule cérébrale munie d'une fibre, ni les prolongements en forme de queue des cellules cérébrales pour des fibres cérébrales. Le premier qui ait utilisé mon observation pour la rétine est M. Pacini [3]; il représente des cellules cérébrales donnant naissance à des fibres, mais ces fibres se dirigent en dehors et non en dedans vers le nerf optique. M. Bowman [4] a ensuite observé des cellules cérébrales à prolongements en forme de queue; mais M. Corti [5] est assurément le premier qui, après avoir examiné des yeux de mouton, de lapin et de bœuf, durcis dans l'acide chromique, en arrive sans hésitation à considérer les prolongements des cellules cérébrales comme de véritables fibres cérébrales du nerf optique, qui n'ont plus de double contour. M. Müller [6] s'est rangé à cette opinion en ce qui concerne les poissons et les oiseaux, et M. Remak [7] a fait valoir contre M. Kölliker [8] la priorité de son observation touchant la continuation des prolongements des cellules cérébrales multipolaires en fibres du nerf optique. Mais c'est l'observation de l'œil de l'éléphant par M. Corti [9] qui a fait le plus de sensation, et comme elle est constamment citée, et que M. Schultze [10] déclare même que ce sont les prolongements les mieux conservés des cellules cérébrales de la rétine qui aient été observés jusqu'ici, qu'il me soit permis de m'y arrêter un instant. M. Corti dit qu'il a vu clairement *„einen Theil der Nervenfasern (ob alle?) von den Nervenzellen als deren Fortsätze entspringen“*, et représente,

[1]) A. Hannover, die Chromsäure, ein vorzügliches Hülfsmittel bei mikroskopischen Untersuchungen; Müller, Archiv für Anatomie und Physiologie 1840, p. 555.
[2]) A. Hannover, recherches microscopiques sur le système nerveux 1844, p. 11.
[3]) F. Pacini, sulla tessitura intima della retina 1845, Fig. 1, 9.
[4]) W. Bowman, lectures on the parts concerned in the operations on the eye and on the structure of the retina 1849, p. 125.
[5]) A. Corti, Müllers Archiv 1850, p. 274.
[6]) H. Müller, über sternförmige Zellen der Retina; Würzburger Verhandlungen 1851, 2, p. 216.
[7]) R. Remak, sur la structure de la rétine; Comptes rendus 1853, 37, p. 663; Allgemeine medicinische Centralzeitung 4 Januar 1854.
[8]) A. Kölliker et H. Müller, note sur la structure de la rétine humaine; Comptes rendus 1853, 37, p. 489.
[9]) A. Corti, histologische Untersuchungen, angestellt an einem Elephanten; Kölliker und Siebold, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie 1854, 5, p. 90, Tab. 5, Fig. 1—3.
[10]) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 965.

Pl. V, Fig. 3, une grosse cellule cérébrale avec 8 longs prolongements, dont 2 se bifurquent et sont, avec un troisième, directement unis à 5 fibres cérébrales du nerf optique; dans la Fig 2, il reproduit *„4 Nervenzellen mit einander durch sehr lange Fortsätze verbunden, die nichts anderes als Retinafasern sind."* On voit par là qu'il va plus loin que les observateurs précédents, puisqu'il dit que même les commissures des cellules cérébrales sont des fibres de la rétine. Mais examinons de plus près de quelle nature étaient les matériaux dont M. Corti s'est servi. C'étaient les yeux d'un éléphant, qui avaient été enlevés de leurs cavités 7 jours après la mort de l'animal. Lorsque les yeux eurent été ouverts, on trouva la rétine *„weisslich breiartig"*; elle fut ensuite traitée par l'eau et une solution de sucre, et mise dans une solution d'acide chromique; mais, après y être restée 8 jours, elle était si altérée qu'elle ne pouvait plus servir à des recherches. M. Corti lui-même s'étonne d'avoir pu faire les observations susmentionnées sur un œil âgé de 7 jours (et après un pareil traitement), mais bien qu'il les expose en toute bonne foi, on ne peut que se méfier avec raison de l'interprétation qu'il en donne, interprétation qui doit reposer sur une grande illusion. Le plus probable, c'est qu'il a eu affaire aux fibres radiales, les seuls éléments qui aient peut-être pu résister à la putréfaction et au traitement, et que d'autres parties détruites y étaient restées attachées; M. Blessig [1] pense que les cellules qu'il a observées n'étaient pas même de nature nerveuse.

Même après que l'attention a été appelée sur ce point, les observations restent toujours rares et incertaines. M. Kölliker [2], après beaucoup de tentatives sans résultat, a trouvé la liaison dont il s'agit 1 fois chez le chien et 4 fois chez l'homme, d'où il conclut comme très vraisemblable que toutes les fibres optiques se terminent dans les cellules nerveuses. M. Müller [3] ne s'avance qu'avec beaucoup de réserve, quelque intéressé qu'il soit à l'existence de cette liaison. En ce qui concerne les poissons, il remarque que *„die Verfolgung in eine dunkelrandige Opticusfaser kaum zu fordern ist"*, bien qu'il ne doute pas *„dass die Zellen durch die genannten Fortsätze mit den Opticusfasern in Verbindung stehen"*. Chez la grenouille, il a seulement vu les prolongements des cellules se diriger en dehors vers le Stratum granulosum, et en dedans vers l'épanouissement du nerf optique, mais il pense tout de même qu'on ne peut douter qu'ils ne se continuent dans les fibres cérébrales. Chez les oiseaux, il mentionne seulement les prolongements des cellules cérébrales, dont plusieurs ont le caractère d'une fibre cérébrale pâle, mais il ne parle d'aucune liaison entre eux et les fibres cérébrales. Chez l'homme, il ne met non plus en doute *„dass die Fortsätze der Zellen einerseits mit den Fasern des Sehnerven, andrerseits mit den Körnern in Verbindung stehen"*; mais, en citant l'observation de M. Corti, il est obligé de reconnaître que les arguments invoqués par ce dernier, (la longueur et les varicosités

[1]) R. Blessig, de retinæ textura 1855, p. 29.

[2]) A. Kölliker, mikroskopische Anatomie 1854, 2, 2, p. 666, Fig. 398, p. 696.

[3]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 21, 32, 44, 59.

des prolongements, leur ressemblance avec des fibres cérébrales et leur disparition entre les dites fibres) sont les seuls sur lesquels s'appuie cette hypothèse, *„da wohl noch Niemand einen solchen Fortsatz in eine dunkelrandige Faser des Opticus selbst verfolgt hat."* Quoiqu'il n'ait pas vu, même approximativement, autant de prolongements chez l'homme que M. Corti chez l'éléphant, il regarde cependant, avec M. Kölliker, seulement comme vraisemblable la connexion de toutes les cellules cérébrales de la rétine avec les fibres du nerf optique. M. Müller représente Pl. I et II, Fig. 7, 8, 19 et 20 des cellules cérébrales avec des prolongements, mais seulement deux cellules dont le prolongement puisse représenter une fibre cérébrale.

Entre autres observateurs, on peut citer M. Virchow [1], qui, dans le cas susmentionné, a pu, sur un très grand espace, constater une connexion entre les cellules cérébrales et les fibres cérébrales pâles, sans cependant l'avoir vue s'étendre aux fibres à bords foncés, tandis que M. Manz [2] n'a d'abord observé ni cellules multipolaires proprement dites, ni liaison entre elles et les fibres optiques; dans un travail postérieur, il mentionne cependant des prolongements sans varicosités qui pénètrent dans un faisceau du nerf optique dont on ne peut les distinguer; il représente des cellules avec plusieurs fibres (jusqu'à 6, Fig. 1, b, c) pouvant elles-mêmes se ramifier. Mais sa méthode de préparation (durcissement dans l'alcool, dégagement de la Limitans avec la couche du nerf optique et les cellules cérébrales, lavage et traitement avec un pinceau) ne peut inspirer beaucoup de confiance dans ses observations; après une pareille préparation, il doit être impossible de distinguer les prolongements des fibres radiales; il n'a pas aperçu non plus le noyau des cellules cérébrales. Je ne connais que par extrait un mémoire de M. Steinlin [3]; il pense que les cellules cérébrales sont reliées entre elles, et forment, avec leurs prolongements périphériques, un réseau dans le Stratum granulosum. M. Hasse [4] prétend que chaque cellule cérébrale, vers la couche du nerf optique, est munie d'un prolongement qui a tout à fait l'aspect d'une fibre cérébrale, et doit être regardée comme telle; le prolongement part ordinairement sous un angle très aigu, et poursuit ensuite sa marche avec la couche des fibres; toutefois, on ne se douterait guère que sa Fig. 15, e, représente une fibre cérébrale. Il regarde comme vraisemblable que chaque fibre cérébrale est en connexion avec une cellule cérébrale. On ne saurait conclure de cet exposé s'il admet que l'une est la continuation de l'autre.

M. Schultze, qui, en raison de sa théorie des bâtonnets et des cônes considérés comme des éléments nerveux percevant la lumière, devait avoir un grand intérêt à donner un

---

[1]) R. Virchow, Archiv f. path. Anat. 1856, 10, p. 191.

[2]) W. Manz, Zeits. f. rat. Med. 1861, 10, p. 316; ibidem 1866, 28, p. 233, Pl. 14 A.

[3]) W. Steinlin, Beiträge zur Anatomie der Retina; Verhandlungen der St. Gallischen naturwiss. Gesells. 1865-66; Virchow und Hirsch, Jahresbericht für 1867, 1, p. 56.

[4]) C. Hasse, Zeits. f. rat. Med. 1867, 29, p. 259, 261.

exposé complet de cette question, s'exprime à ce sujet d'une manière incertaine ou très brève, bien qu'il ait fait un grand nombre de recherches minutieuses sur les autres éléments de la rétine. Comme il suppose que les cellules cérébrales ne sont autre chose que des renflements à noyau sur un axe cylindrique, les prolongements qui partent des cellules doivent aussi être dépourvus de membrane; cependant il ne les appelle pas des axes cylindriques comme les fibres optiques. Autant qu'il en peut juger, toutes les cellules cérébrales sont multipolaires; *„unam earum aut fortasse complures processus secundum ea, quæ supra disputavimus, in fibras n. optici continuari licet opinari* [1]". Dans un travail postérieur, cette incertitude se change en un postulat, basé sur un dessin schématique qu'il a construit en vue de sa théorie; on y voit deux cellules cérébrales, chacune avec son prolongement, qui se continue en une seule et même fibre cérébrale du nerf optique [2]. Dans son dernier travail [3], il déclare qu'on ne peut mettre en doute la continuation directe; car *„einzelne auf längere Strecken verfolgbare Zellenausläufer stimmen in allen controllirbaren Beziehungen mit den Fasern der Opticusschicht überein;"* voilà toutes ses prémisses relativement à une conclusion qui est d'une si grande importance pour la théorie de la vision. Dans un autre endroit du même travail, où il établit et représente également un schéma, d'après lequel il se figure la transmission de la sensation, il dit seulement que les fibres optiques dépourvues de moelle sont en connexion avec les cellules cérébrales. Autant qu'on en peut juger, M. Schultze n'a examiné sous ce rapport que l'œil humain; il aurait rencontré des difficultés bien plus grandes à constater une continuation directe chez les animaux, les poissons par ex. Nous parlerons de l'observation de M. Merkel dans l'article de la Macula lutea.

Le dernier observateur est M. Santi Sirena [4], qui a trouvé chez le cheval les cellules, avec leurs noyaux et corps de noyau, entourées d'une membrane parsemée de noyaux, qu'il a traitée par divers réactifs. Il y avait jusqu'à 10 prolongements partant des cellules, sans limite bien prononcée; ils étaient à grains fins, à bords simples bien marqués, analogues à ceux des fibres optiques, et pouvaient, comme elles, présenter des renflements fusiformes qui n'étaient pas à distinguer de ceux des fibres optiques; ils pouvaient aussi se diviser, et quelques-uns s'unissaient sous des angles aigus aux faisceaux des fibres optiques, en poursuivant leur marche avec eux. Il a observé ce caractère chez les poissons, chez la poule, le porc et la baleine. Mais il ne dit pas, et c'est le point essentiel, que le prolongement se continuât directement en une fibre optique, ce qu'il n'aurait certainement pas omis de

---

1) M. Schultze, de retinæ structura 1859, p. 20, 22.
2) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 262, Pl. 15, Fig. 2, h, i.
3) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 987, 1004.
4) Santi Sirena, Untersuchungen über den feineren Bau der Ganglienzellen und der Radialfasern an der Retina des Pferdes und des australischen Wallfisches; Würzburger Verhandlungen 1871, 2, p. 31, Pl. 5 et 6.

remarquer, comme il mentionne que les prolongements qui se dirigeaient en dehors à travers le Stratum granulosum, s'unissaient aux cellules du Stratum granulatum internum, et que d'autres prolongements étaient unis aux cellules cérébrales voisines. Bien que ses dessins, tant des cellules cérébrales que des autres parties de la rétine, soient en général exécutés avec un grossissement à peu près égal à celui dont je me suis servi, les objets sont cependant représentés beaucoup plus grands que l'échelle indiquée ne le comporte. Les cellules cérébrales de la baleine, qu'il ne peut guère avoir observées à l'état frais, sont tout à fait colossales; ses dessins ressemblent beaucoup aux cellules colossales de la moelle allongée et de la moelle épinière, que j'ai représentées dans mes Recherches microscopiques sur le système nerveux, Pl. II, Fig. 36—39.

J'ai ainsi établi dans ce qui précède que les prolongements des cellules cérébrales ne sont ni assez nombreux, ni d'une structure telle qu'on puisse les supposer en connexion directe avec toutes les fibres optiques de la rétine, et, quant à mes observations antérieures sur les fibres cérébrales qui partent des cellules cérébrales du cerveau, j'ai en outre fait observer que je ne pouvais avoir aucune objection à les voir également confirmées en ce qui concerne les cellules cérébrales de la rétine; mais je dois protester contre l'assertion de M. Schultze [1], lorsqu'il me range parmi les observateurs qui ont relevé l'identité des prolongements et des fibres cérébrales de la rétine, puisqu'à cette époque je n'ai pas même nommé les prolongements des cellules cérébrales de la rétine. Les observations qui sont dues à d'autres, et que je n'ai pas sans motif communiquées aussi complètement que possible, sont loin de fournir quelque témoignage positif; elles sont ou incertaines, ou basées sur une ressemblance qui n'existe pas, ou bien si rares et si isolées, qu'on ne saurait être autorisé à en tirer une conclusion générale quant à la continuation directe des prolongements en fibres cérébrales, et encore moins à l'étendre à tous les prolongements et à toutes les fibres cérébrales, ce qui est pourtant la question dont il s'agit; mais tous les observateurs sont assez prudents pour ne représenter un pareil caractère que comme une probabilité. Je crois qu'il est dans la nature des cellules cérébrales d'avoir des prolongements, mais que ces derniers, si naturellement l'on en excepte ceux des cellules qui, dans le cerveau, donnent naissance à de véritables fibres cérébrales, n'ont pas d'autre signification que les prolongements d'autres cellules, par ex. des cellules du pigment ou des corpuscules osseux. Enfin, les témoignages négatifs, parmi lesquels je dois aussi ranger le mien, n'ont pas, il est vrai, la même force démonstrative que les positifs, mais ils ne sont pas cependant sans valeur; car il faut se rappeler, comme le dit M. Krause [2], que «dans toutes les observations, on voit percer, comme un fil rouge, un effort pour trouver la connexion anatomique entre l'épanouissement du nerf optique et la couche des bâtonnets

---

[1]) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 987.
[2]) W. Krause, die Membrana fenestrata der Retina 1868, p. 4.

et des cônes». Le premier et le plus important anneau de cette chaîne est la liaison entre les prolongements des cellules cérébrales et les fibres cérébrales du nerf optique. Cet anneau est-il brisé, et je crois l'avoir prouvé dans ce qui précède, toute la théorie de MM. Müller et Schultze sur la transmission des rayons lumineux du nerf optique à la couche des bâtonnets et des cônes, tombe aussi en même temps. Nous trouverons que la chaîne se brise aussi dans tous les autres points des différents couches de la rétine.

3. Stratum granulosum.

Cette couche (*Stratum moleculare* Vintschgau, *innere granulirte Schichte* Henle, en opposition à *äussere granulirte Schichte* ou Membrana intermedia, d'après ma dénomination), se compose d'une masse finement granulée, dont les grains deviennent cependant plus grossiers par le durcissement de l'œil; on y voit quelquefois comme des débris de cellules détruites. Dans les yeux durcis, la couche est souvent striée verticalement, ce qui en partie est dû aux fibres radiales qui la traversent, en partie peut-être lui est particulier. On y rencontre également des stries concentriques à l'œil, et qui, fussent-elles même dues à un durcissement, semblent présupposer un développement concentrique des couches, opinion que M. Babuchin[1] est disposé à admettre, tandis que M. Krause[2] croit qu'elles ont peut-être une signification optique. La limite vers le Stratum cellularum cerebralium n'est pas bien marquée; les cellules cérébrales sont en partie logées dans la couche, et y envoient de fins prolongements; mais la limite extérieure vers le Stratum granulatum internum est en général plus nette. Le Stratum granulosum, autour de l'entrée du nerf optique, atteint assez rapidement une grande épaisseur, qui, chez l'homme, augmente dans la Macula lutea, tandis qu'il disparaît complètement au milieu de la Fovea cœca. Extérieurement, il conserve longtemps la même épaisseur, et ne s'amincit que vers l'Ora serrata pour disparaître ensuite.

Le Stratum granulosum peut être considéré comme ayant pour les cellules cérébrales de l'œil la même valeur que la masse finement granulée de la substance grise du cerveau pour les cellules cérébrales qui y sont logées (Neuroglia); cependant les avis sont partagés à ce sujet, les uns, avec M. Henle, regardant la couche entière comme nerveuse, tandis que M. Hasse[3] n'admet dans la couche qu'un système de fibres nerveuses, sans pourtant vouloir se ranger à l'opinion de M. Schultze, dont nous parlerons plus loin. M. R. Wagner pense que la masse susmentionnée du cerveau sert seulement de lit aux vaisseaux sanguins,

---

[1]) Babuchin, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Auges; Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschrift 1864, 4, p. 75.
[2]) W. Krause, membrana fenestrata 1868, p. 43.
[3]) C. Hasse, Zeits. f. rat. Med. 1867, 29, p. 258, 268.

afin qu'ils ne dérangent pas les cellules cérébrales, tandis que M. Henle la regarde comme une espèce de matrice de ces cellules. M. Müller [1] rejette ces deux explications en ce qui concerne la rétine, et on doit lui donner raison quant aux vaisseaux sanguins ou au rôle purement mécanique, suivant M. Kölliker, de la masse dont il s'agit, après que M. Hyrtl [2] a montré qu'il n'existe pas de ces vaisseaux dans la substance de la rétine chez les trois classes inférieures des vertébrés, mais seulement chez les mammifères. D'un autre côté, il est bien possible que la couche constitue une matrice pour les cellules cérébrales, soit à cause des noyaux libres observés par M. Müller sur sa limite intérieure, soit à cause de la présence des débris de cellules détruites mentionnés plus haut.

Les cellules cérébrales envoient dans la couche de fins prolongements, et ils semblent, en général, être plus nombreux que ceux qui se rendent intérieurement dans l'épanouissement du nerf optique; mais, comme nous l'avons déjà dit, toutes les cellules cérébrales de la rétine n'envoient pas des prolongements en dehors. Ils se perdent dans la couche, et on les voit aussi entourés de sa masse finement granulée. Il n'existe qu'un petit nombre d'observations sur la connexion des prolongements avec les cellules du Stratum granulatum internum, et cette connexion n'a en général été constatée que dans les points où la couche a une faible épaisseur. MM. Müller [3] et Schultze [4] mentionnent ainsi une connexion dans la Macula lutea, où toutes les cellules cérébrales, suivant M. Schultze, doivent être bipolaires; il relève en même temps que le prolongement périphérique est plus épais, chose que je n'ai cependant pas remarquée, et qui a sans doute aussi peu d'importance. A une plus grande distance de l'axe de l'œil, M. Müller a trouvé que les prolongements se résolvaient en fibres fines, dont la connexion avec les cellules du Stratum granulatum internum est vraisemblable, mais encore plus indistincte. M. Merkel [5] dit également des cellules cérébrales de la Macula lutea qu'elles sont toujours bipolaires, et reçoivent une fibre optique à leur bout épais tourné en dedans; le prolongement extérieur se divise sans doute toujours en deux fibres; mais il est difficile de voir sur ses dessins la connexion qu'il suppose avec les cellules du Stratum granulatum internum. M. Hasse [6] n'a pas réussi à découvrir de connexion. Les anciennes observations ne sont pas sûres, parce qu'on a confondu les prolongements des cellules cérébrales avec les fibres radiales. Tel est évidemment le cas pour les *„fibre nervose grigie“* décrites et représentées par

---

1) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 115.
2) J. Hyrtl, über anangische (gefässlose) Netzhäute; Wiener Sitzungsberichte 1861, 43, p. 207.
3) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 61. Observations de Vintschgau et de Gerlach, ibidem p. 60, Anm.
4) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1004.
5) F. Merkel, über die Macula lutea des Menschen und die Ora serrata einiger Wirbelthiere 1869, p. 11, Pl. 1, Fig. 9, 10.
6) C. Hasse, Zeits. f. rat. Med. 1867, 29, p. 259.

M. Pacini[1], et M. Kölliker[2] lui-même donne encore un schéma, sur lequel on voit le prolongement d'une cellule cérébrale s'unir à un globule du Stratum granulatum internum qui est placé sur une fibre radiale. Mais M. Müller[3] a montré qu'un prolongement peut aussi toucher à une fibre radiale sans se confondre avec elle, cas que M. Manz[4] a observé et reproduit plus tard.

Les prolongements en partie ramifiés des cellules cérébrales et les fibres radiales qui traversent la couche, ont fait attribuer à celle-ci une structure et, par suite, une signification physiologique qui ne lui appartiennent pas. M. Remak[5] admet déjà dans la couche l'existence de fibres variqueuses, qui, de même que les fibres du nerf optique, vont d'arrière en avant, et, pour ce motif, il l'appelle une couche fibreuse; M. Ritter[6] adopte cette dénomination, et, s'appuyant sur la structure présumée de la couche, la nomme la *„äussere Faserschicht"*; suivant lui, en effet, les prolongements des cellules cérébrales se divisent en rameaux toujours plus fins, et, en même temps que les fibres radiales perdent leur contour épais, se mêlent à ce réseau de tissu cellulaire, d'où résulte l'aspect granulé. M. Kölliker[7], le premier qui ait fait remarquer que les prolongements des cellules cérébrales pénètrent à travers le Stratum granulosum parmi les éléments du Stratum granulatum internum, dit que la couche entière lui a quelquefois fait l'effet d'être composée de *„ungemein vielen durch einander gewirrten Fäserchen"*, qui, en se séparant, produisaient l'aspect granulé. M. Müller[8] mentionne les prolongements des cellules cérébrales chez les poissons et la grenouille; il ne les nomme pas chez les oiseaux; chez l'homme, il a trouvé, sur des préparations rapidement durcies, des fibres fines et pâles qui étaient variqueuses, mais pas aussi distinctement que les prolongements qui se dirigent en dedans entre les fibres optiques, de sorte qu'il était impossible de décider *„ob man bloss granulirte Substanz oder ein Gewirr feinster variköser Fasern vor sich hat."* M. Manz[9] nie l'existence d'une substance finement granulée, mais y substitue un réseau très étroit de fibres fines provenant de la division des fibres radiales, et est porté à croire qu'elles sont mêlées aux fibres radiales nerveuses de M. Schultze, dont nous

---

[1]) F. Pacini, sulla tessitura int. della retina 1845, p. 35—40, Fig. 6, 7, 9, 12 C.

[2]) A. Kölliker, mikr. Anat. 1854, 2, 2, p. 697, Fig. 411.

[3]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 61.

[4]) W. Manz, Zeits. f. rat. Med. 1867, 28, p. 237, Pl. 14, Fig. 2.

[5]) R. Remak, allg. med. Centralz. 4 Januar 1854.

[6]) C. Ritter, über die Bedeutung des gelben Fleckes; Henle und Pfeuffer, Zeitschrift für rationelle Medicin 1864, 21, p. 297. Ueber die feinsten Elemente des Bindegewebes in der Faserschicht und der Zwischenkörnerschicht des Menschen; Graefe, Archiv für Ophthalmologie 1865, 11, 1, p. 180. Comme nous le verrons, M. Henle s'est servi de la dénomination de M. Ritter pour une tout autre couche, à savoir la partie filamenteuse du Stratum granulatum externum.

[7]) A. Kölliker, mikr. Anat. 1854, 2, 2, p. 667.

[8]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 21, 32, 44, 56, 61.

[9]) W. Manz, Zeits. f. rat. Med. 1861, 10, p. 314.

allons parler. M. Heinemann [1] regarde également comme vraisemblable l'existence d'un épanouissement réticulaire des fibres, avec des continuations dans le Stratum granulatum internum.

Tandis qu'il ressort de la description de M. Müller que, malgré toute la peine qu'il s'est donnée, il n'est arrivé à aucun résultat positif en ce qui concerne la connexion des cellules cérébrales et des cellules du Stratum granulatum internum, M. Schultze va toujours plus loin pour mettre les observations d'accord avec sa théorie. M. Kölliker [2] décrit ainsi et représente une observation faite une fois par lui d'une liaison établie par une fibre radiale entre une cellule cérébrale et une cellule du Stratum granulatum internum. M. Schultze, dans un premier mémoire [3], regarde également cette liaison comme n'étant qu'une fibre radiale, mais plus tard [4], il en fait une fibre nerveuse. Dans son premier travail de 1859 [5], il avance qu'il a vu quelquefois les cellules du Stratum granulatum internum, qui sans doute sont nerveuses, en connexion avec des fibres variqueuses extrêmement fines, mais distinctes. Mais, en 1866, il dit [6]: *„die centralen Fortsetzungen der nervösen Fasern der inneren Körnerschicht bilden in der sogenannten molekulären Schicht der Retina ein dichtes Fasergewirr."* M. Schultze introduit ici en quelque sorte un élément tout nouveau dans la constitution du Stratum granulosum, à savoir les fibres qu'il appelle fibres radiales nerveuses, lesquelles ne doivent pas être confondues avec les fibres radiales de M. Müller; elles se composent des prolongements dispersés des cellules cérébrales, atteignent en partie, après plusieurs détours, les couches extrêmes de la rétine, et semblent en partie, sous forme de fibres plus épaisses, se rendre dans le Stratum granulatum internum. Il ajoute [7]: *„doch ist über deren endliches Schicksal nur wenig bekannt"*. Ses vues sur la structure de la couche ressortiront mieux de ses figures schématiques [8]. L'une de ces figures représente les fibres radiales (de M. Müller) avec un tissu si fin et si serré qu'il l'appelle une *„spongiöse Bindesubstanz"*; sur l'autre, on voit les fibres radiales nerveuses du Stratum granulosum formant *„ein unentwirrbares Geflecht feinster nervöser Fädchen."* Qu'on s'imagine maintenant ces deux dessins mis l'un sur l'autre, et couverts de la masse moléculaire dont M. Schultze regarde bien l'existence comme douteuse, mais qui, d'après

---

[1]) C. Heinemann, über den bindegewebigen Stützapparat in der Netzhaut des Vogelauges; Virchow, Archiv für pathologische Anatomie 1864, 30, p 259.

[2]) A. Kölliker, mikr. Anat. 1854, 2, 2, p. 703. Fig. 412. Une figure demi-schématique de M.M. Kölliker et Müller se trouve chez M. R. Wagner, Icones physiologicæ, zweite Auflage von A. Ecker, Pl. 19, Fig. 12, λ, m.

[3]) M Schultze, de retinæ structura 1859, p. 23.

[4]) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 988.

[5]) M. Schultze, de retinæ structura 1859, p. 23.

[6]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 262.

[7]) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 988.

[8]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 286, Pl. 15, Fig. 1, 2; Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1005, Fig. 357, p. 1016, Fig. 360.

tous les autres observateurs, constitue la masse principale du Stratum granulosum, et l'on reconnaîtra certainement l'impossibilité de démêler cette confusion. A cela viennent encore s'ajouter d'autres difficultés. Comment M. Schultze se figure-t-il les choses chez les poissons et la grenouille, dont le Stratum granulosum a une épaisseur considérable, mais dont les cellules cérébrales sont si peu nombreuses qu'il est impossible qu'elles remplissent l'espace avec leurs ramifications, ou bien encore vers l'Ora serrata (un des schemas est en effet de cette partie), où la couche peut aussi conserver une épaisseur notable, tandis que les cellules cérébrales disparaissent presque. L'aspect strié de la couche, qui est loin d'être toujours distinct, provient surtout des fibres radiales, qui la traversent perpendiculairement en quantité plus on moins grande; les prolongements des cellules cérébrales ne peuvent guère y contribuer. Mais il y a beaucoup à mettre ici sur le compte de la préparation; à l'état frais, la masse est seulement finement granulée, jamais réticulaire, ce que je n'ai pas même observé dans des yeux durcis, et si les fibres radiales, dans quelques cas rares, peuvent y former un réseau, c'est toujours un réseau avec de grandes mailles, où la masse finement granulée est logée.

Quelque peine que se donne M. Schultze pour démontrer par des recherches microscopiques la connexion des prolongements des cellules cérébrales et des cellules du Stratum granulatum internum, il faut cependant reconnaître qu'il fait un usage très modéré des observations en ce qui touche les résultats physiologiques. Je le laisse lui-même parler [1]: *„Zunächst aber müssen alle Theorien über den Verlauf der Nervenfasern durch die inneren Schichten der Retina als vollkommen unsicher bezeichnet werden. So ist auch der von mir gemachte und auf Tab. 15, Fig. 2 dargestellte Versuch, die nervösen Elemente der Retina frei von dem bindegewebigen Stützapparat übersichtlich zu zeichnen, für die Schichten zwischen Ganglienzellen und Zwischenkörnerschicht nur als ein vorläufiger zu betrachten."* Et plus loin [2]: *„Bezüglich des Verlaufes und endlichen Schicksales der Ausläufer der Ganglienzellen und feinen Nervenfasern dieser Schicht müssen wir die Unmöglichkeit eingestehen auf Grund der vorliegenden Untersuchungen, den gelben Fleck vielleicht ausgenommen, irgend etwas bestimmtes auszusagen. Die innere granulirte Schicht unterbricht unsere Kenntniss des Verlaufes der Nervenfasern, welche sich in den äusseren Schichten der Netzhaut wiederfinden." „Es ist demnach wenig Aussicht vorhanden, dass die Communication dieser Ganglienzellenausläufer mit den nervösen Fasern der folgenden Schichten demonstrirt werden könne."* Mais si, en dépit de tous les soins, l'observation microscopique est si incertaine, on n'est pas fondé à établir là-dessus une théorie de la transmission de la lumière, de l'épanouissement du nerf optique aux couches les plus externes de la rétine, et il me semble que M. Schultze condamne lui-même sa propre théorie. C'est donc le second anneau de la chaîne qui se brise.

[1]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 217.
[2]) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 988, 1004.

4. Stratum granulatum internum.

La masse principale de cette couche (*Stratum granulosum internum* ou *secundum* Blessig, *äussere gangliöse Schichte* Henle, *mittlere Körnerzellenschicht* Isaacsohn) est formée de véritables cellules cérébrales; si je ne les ai pas jusqu'ici désignées sous ce nom, mais les ai simplement appelées des cellules, ce n'est pas que j'aie eu du doute sur leur nature, mais j'ai voulu éviter une confusion en parlant de cellules cérébrales dans deux couches différentes. On voit le mieux chez les poissons que ce sont des cellules distinctes avec une membrane et un noyau, comme les cellules cérébrales en dedans du Stratum granulosum. Elles ont chez les poissons la même grandeur que ces dernières; chez les autres classes d'animaux, elles sont plus petites, et la différence est surtout sensible chez les oiseaux, où elles ont l'apparence de noyaux comme les petites cellules cérébrales qu'on rencontre dans le cervelet. Les cellules sont en général rondes ou ovales, rarement anguleuses, cette dernière forme sans doute ne provenant que de leur pression mutuelle, lorsque l'œil est durci; d'ailleurs il y a probablement entre elles une substance fluide, qui leur permet de conserver la forme ronde. Elles sont quelquefois munies d'un ou des deux côtés de prolongements filiformes, mais ils sont loin d'être aussi fréquents et aussi longs que ceux des cellules cérébrales; leur nature doit du reste être la même. Dans les yeux durcis, on peut trouver les cellules collées aux fibres radiales, mais elles n'ont avec ces fibres aucune liaison, et sont encore moins intercalées dans leur parcours.

Outre ces cellules, il y a dans la couche qui nous occupe, mais pas chez tous les animaux, des noyaux qui appartiennent aux fibres radiales, et qui sont de la même nature que ceux qui se trouvent sur et dans les fibres du tissu cellulaire, en d'autres endroits. Ces noyaux sont réellement intercalés dans le parcours des fibres et en continuité avec elles. Précisément pour ce motif, leur forme diffère complètement de celle des cellules, même là où celles-ci semblent n'être que des noyaux; ils sont en effet longs, pointus à une ou aux deux extrémités, rarement arrondis ou débordant de beaucoup sur le reste de la fibre. Ils se distinguent aussi des cellules à contours plus nets et plus foncés de la couche par leur aspect pâle et finement granulé. Ils sont ensuite bien moins nombreux, comme il n'y a qu'un seul noyau pour chaque fibre radiale. Enfin, ces noyaux ne sont pas exclusivement limités au Stratum granulatum internum. J'ai constaté que, chez le brochet, les noyaux fusiformes ou les simples renflements de fibres sont bien plus fréquents ou du moins plus distincts dans le Stratum granulosum; mais le rapport doit varier chez les différents poissons; j'ai rencontré des corps fusiformes chez la morue déjà dans le parcours des fibres à travers la couche du nerf optique, tandis que M. Müller[1] les représente dans le Stratum granulatum internum chez la perche. Chez la grenouille,

---

[1]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, Pl. 1, Fig. 1, i.

ils sont également fréquents dans les deux couches, ou s'étendent d'une couche dans l'autre; chez les oiseaux, ils sont surtout nombreux dans le Stratum granulatum internum, mais ne peuvent jamais être confondus avec les cellules propres de la couche; chez l'homme, les renflements sont à l'ordinaire si peu prononcés, qu'ils passent souvent inaperçus. M. Müller [1] dit qu'il ne pouvait distinguer chez l'homme les nôyaux des fibres radiales des autres globules de la couche, bien qu'il vît clairement des globules logés dans les fibres radiales; chez les autres classes d'animaux, il décrit et représente les noyaux des fibres radiales comme différant des autres globules de la couche. M. Merkel ne mentionne non plus aucun noyau sur les fibres radiales chez l'homme.

Suivant M. Kölliker [2], il n'y a qu'une seule espèce de ces corps, mais il croit cependant devoir les diviser en deux classes, dont l'une est en connexion avec les cônes et l'autre avec les bâtonnets; à en juger d'après ses dessins, ce ne sont que des noyaux sur les fibres radiales. M. Schultze [3] admet deux espèces de noyaux, mais ses figures ne sont pas d'accord avec la nature; il pense que les noyaux des fibres radiales ne reposent pas toujours dans la substance même des fibres, mais qu'ils y sont souvent attachés ou comme logés dans leurs lacunes. On les trouve d'ailleurs aussi dans d'autres couches, dans la partie filamenteuse intérieure du Stratum granulatum externum, la Macula lutea, le Stratum intergranulatum et granulosum, et il croit qu'ils ont de l'importance dans les procès pathologiques qui se rattachent à une augmentation des cellules dans le tissu cellulaire. M. Schultze a eu de la peine à trouver des noyaux sur les fibres radiales chez les oiseaux; j'ai été plus heureux sous ce rapport (Pl. III, Fig. 16, t). M. Vintschgau [4] sépare bien les renflements des fibres radiales des autres éléments de la couche, mais fait de certaines cellules cérébrales un troisième élément. M. Krause [5] pense même que la couche qui nous occupe renferme au moins quatre éléments différents, à savoir des noyaux allongés sur les fibres radiales, une couche contiguë au Stratum granulosum, avec de gros noyaux et une substance cellulaire, ressemblant assez à de petites cellules cérébrales, une couche intermédiaire qui constitue la masse principale, et enfin une couche extrême dont les cellules diffèrent des autres par leur grandeur, mais s'en écartent surtout par la circonstance qu'elles sont unipolaires, et n'envoient pas en dehors des prolongements qui pourraient les mettre en communication avec la couche des bâtonnets et des cônes. Relativement à ce dernier point, je donne raison à M. Krause, car nous verrons plus tard que la Membrana intermedia rend impossible toute communication entre les cellules de la couche et les éléments situés en dehors de la membrane. Comme la continuité

1) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 55.

2) A. Kölliker, mikr. Anat. 1854, 2, 2, p. 663, Fig. 392.

3) M. Schultze, de retinæ structura 1859, p. 17; Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 268, Pl. 14, Fig. 7, b, 8, b, c, e'; Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1019.

4) H. Müller, Zeits f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 55, Anm.

5) W. Krause, membrana fenestrata 1868, p. 41—43, Pl. 2, Fig. 21.

anatomique cesse par suite à cette couche extrême du Stratum granulatum internum, M. Krause voudrait faire de cette couche la terminaison proprement dite du nerf optique, si la continuité en dedans avec les cellules cérébrales et les fibres optiques était démontrée; mais il le nie, et ne voit dans son schema qu'une hypothèse.

Que les corps qui n'appartiennent pas aux fibres radiales, et qui constituent la masse principale de la couche, soient des éléments nerveux, c'est sur quoi la plupart des observateurs sont d'accord; mais une autre question est de savoir, si les fibres qui partent des cellules sont en connexion avec les prolongements de cellules cérébrales qui traversent le Stratum granulosum. Ici, il faut se rappeler d'abord que toutes les cellules sont loin d'être munies de filaments, et ensuite que ceux-ci ont été confondus, par ex. par M. Kölliker, avec des bouts de fibres radiales, auxquels les cellules sont accidentellement restées collées dans des yeux durcis; M. Manz [1], qui attribue du moins à une partie des cellules un caractère nerveux, mentionne même que les globules, chez la grenouille, peuvent pendre en grappes sur les fibres radiales par des fibres fines, qui peuvent également les réunir les uns aux autres. M. Henle appelle la couche *„äussere gangliöse Schichte“*, et en reconnaît par conséquent la nature nerveuse, mais il ne parle d'aucun prolongement des cellules. M. Hasse [2] regarde aussi la plupart des éléments comme nerveux; les cellules ont un prolongement périphérique et un central, qui ressemblent tout à fait aux filaments des bâtonnets, et sont également quelquefois variqueux; mais il dit expressément qu'il n'a pas réussi à découvrir de connexion entre les prolongements des cellules cérébrales et les fibres des globules du Stratum granulatum internum. La connexion entre les cellules cérébrales et les cellules de la couche qui nous occupe, est mentionnée par M. Müller [3] seulement chez l'homme, mais non chez les animaux, et il déclare que cette recherche est des plus difficiles; il s'est surtout servi de la Macula lutea, mais cependant aussi de son voisinage immédiat, et arrive à ce résultat qu'il croit pouvoir affirmer que les cellules cérébrales sont unies par leurs prolongements aux cellules du Stratum granulatum internum, et comme ces dernières, sans aucun doute, sont reliées aux cônes dans la Macula lutea, il déclare que les cônes constituent la véritable terminaison tant cherchée du nerf optique. C'est cette théorie que M. Schultze [4] a développée. M. Schultze pense que les prolongements qui partent des cellules cérébrales forment un système à part de fibres radiales nerveuses, sur la nature nerveuse desquelles il s'exprime cependant tout d'abord avec autant de prudence que M. Müller à l'égard des fibres des cellules. *„Demonstrare autem hoc loco fila aperte varicosa, ut sint fibræ nerveæ, in*

---

[1]) W. Manz, Zeits. f. rat. Med. 1861, 10, p. 313; 1866, 28, p. 236.
[2]) C. Hasse, Zeits. f. rat. Med. 1867, 29, p. 256, 259.
[3]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 60.
[4]) M. Schultze, de retinæ structura 1859, p. 28; Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 261; Strickers Handbuch 1872, 2, p. 989.

rebus perdifficilibus est numerandum.“ Plus tard, il se prononce avec plus de certitude: *„Dieselben (die radiairen Nervenfasern) besitzen durchaus das Ansehen und die Vergänglichkeit der Fasern der Opticusschicht und sind durch ihre spindelförmigen Varikositäten und glatte Oberfläche im Gegensatz zu den rauhen, feinzackigen Stützfasern kenntlich.“* De la liaison de ces fibres aves les cellules, il dit d'abord: *„Earum (cellularum) nonnullas aliquoties vidi conjunctas cum tenuibus filis aperte varicosis sed paene immensurabilibus“;* mais il n'est pas encore question de leur connexion avec les cellules cérébrales, et ce n'est que plus tard qu'il écrit: *„diejenigen (Körner), welche sich in den Verlauf der nervösen Radialfasern einschalten,“ „sind kleinen bipolaren Ganglienzellen vergleichbar.“ „Aber eine gute Isolirung derselben gehört zu den selteneren Zufällen, so dass wir von einer genaueren Kenntniss der nervösen inneren Körner und ihrer Fortsätze in verschiedenen Gegenden der Netzhaut des Menschen und der Thiere noch weit entfernt sind.“* Quant à ses idées sur les fibres qui, partant des cellules, se dirigent en dehors dans le Stratum granulatum externum, et sur leur connexion avec les bâtonnets et les cônes, nous les exposerons plus tard. Mais les citations qui précèdent suffiront, je pense, pour montrer combien sont incertaines les observations relatives à la connexion des cellules cérébrales et des cellules du Stratum granulatum internum, et comment ici M.M. Müller et Schultze ont fondé leur théorie sur une probabilité. Remarquons encore qu'aucun observateur n'a confirmé, du moins dans l'étendue qu'il leur donne, l'existence des fibres que M. Schultze nomme fibres radiales nerveuses; chez le faucon, il les fait même courir obliquement sur les fibres radiales de M. Müller; mais si, comme il n'y a pas lieu de le supposer, la poule ne diffère pas sous ce rapport du faucon, on aura de la peine à mettre les prolongements des cellules cérébrales en connexion avec les très petites cellules du Stratum granulatum internum, sans parler de l'Ora serrata chez tous les animaux où les cellules cérébrales disparaissent presque, et ne peuvent par suite fournir le substratum de fibres radiales nerveuses aux cellules du Stratum granulatum internum, qui ne perd guère de son épaisseur.

Avant de quitter cette couche, nous devons encore mentionner un caractère spécial aux poissons (osseux et cartilagineux), mais qui n'a aucun analogue dans les autres classes des vertébrés, et constitue ainsi une exception à la grande conformité que la rétine présente d'ailleurs chez tous les vertébrés. Les cellules du Stratum granulatum internum reposent en effet dans une membrane réticulaire, que j'ai trouvée chez le brochet divisée en trois couches. Les fibres radiales en traversent les grandes mailles pour aller s'attacher et s'arrêter à la Membrana intermedia, avec laquelle elles se confondent; on en peut observer les bouts déchirés, lorsque celle-ci et les cellules ont été enlevées; les membranes elles-mêmes sont soudées en forme de réseau à la surface interne de la Membrana intermedia. M. Vintschgau a le premier décrit cette membrane réticulaire, mais, dans sa description,

il s'éloigne de M. Müller[1], qui peut-être a confondu avec elle les éléments de la Membrana intermedia. M. Müller distingue deux couches chez l'Acerina cernua. La première se compose de cellules munies de prolongements larges et courts, qui se dirigent de divers côtés et les relient les unes aux autres; elles ont un noyau vésiculaire et un contenu clair qui devient granulé dans les yeux durcis. Les cellules de la seconde sont profondément échancrées, et ont des prolongements plus longs et plus minces, qui se ramifient en formant un réseau à grandes mailles; le noyau en est presque toujours distinct. Cette dernière couche, comme M. Müller l'a exactement observé, est intérieure à l'autre, et constitue la membrane, décrite par moi, qui se divise en trois couches chez le brochet; il ajoute aussi qu'on a confondu les cellules de la membrane avec les cellules cérébrales, mais se prononce contre toute connexion entre elles. La première membrane de M. Müller peut, avec quelques modifications, être interprétée comme ma Membrana intermedia. M. Schultze[2] désigne la membrane réticulaire, dont la structure varie chez les différents poissons, sous le nom de Stratum intergranulosum fenestratum, et pense que les fibres radiales sont en partie directement unies aux fibres du réseau. Il a trouvé[3] que la membrane, chez la Perca fluviatilis, est formée de trois couches, dont l'une, celle du milieu, se compose de cellules plates, stelliformes, fortement anastomosées, et recouvertes d'un côté de fibres minces semblables aux fibres élastiques, et de l'autre d'une plaque à grains fins avec des noyaux et des trous ronds. Cette différence dans la structure des trois couches, je ne l'ai pas observée, du moins chez le brochet et la morue, et je suis porté à croire qu'une partie des noyaux qu'on attribue à la dite membrane, appartiennent au Stratum granulatum internum. M. Krause[4] a donné à cette formation particulière aux poissons le nom de Membrana perforata, pour la distinguer de la membrane existant chez tous les vertébrés et appelée par lui Membrana fenestrata. Mais la description qu'il donne d'après divers poissons de la Membrana perforata, ne s'accorde pas avec les recherches d'autres observateurs ni avec les miennes, bien qu'elle ait surtout en vue le brochet. M. Krause ne dit pas que la membrane forme un réseau composé de trois couches bien distinctes, mais mentionne seulement des cellules plates, granulées, munies de noyaux et beaucoup plus apparentes dans le bichromate de potasse, qui se distinguent par leurs prolongements plus longs des cellules de sa Membrana fenestrata. Les cellules marquées *m p* sur sa Fig. 41 ont la plus grande ressemblance avec celles de ma Membrana intermedia, notamment en ce qui concerne les noyaux; cependant le reste de la figure empêche de supposer une confusion dans la situation respective des couches en

[1]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 18, Pl. 1, Fig. 9—11, 12—14. On trouve dans le même volume, aux Remarques, l'observation de M. Vintschgau et la critique qu'en fait M. Müller.

[2]) M. Schultze, de retinæ structura 1859, p. 13, Pl. 5, Raja clavata.

[3]) M Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 268; Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1020.

[4]) W. Krause, membrana fenestrata 1869, p. 9, Pl. 2, Fig. 41, m p; il suppose que M. Leydig l'a également observée chez l'esturgeon.

dedans et en dehors. Ses observations s'accordent d'ailleurs avec les miennes en ce point, que les fibres radiales traversent les ouvertures de la membrane sans s'attacher à celle-ci, comme M. Schultze le suppose.

Les mailles que M. Landolt[1] décrit chez le triton sont certainement le produit d'une coagulation. Le traitement qu'il emploie est aussi singulier que ses figures. Il met d'abord la préparation dans l'acide hyperosmique, puis dans l'alcool étendu, et au bout de quelques jours, il l'examine dans l'eau. Les objets sont représentés comme s'ils étaient colorés avec de la sépia, mais sans aucun doute très fidèlement.

5. Membrana intermedia.

Il est certain que les quatres couches de la rétine que nous venons d'examiner sont nerveuses, et il n'y a personne qui, avec M. Blessig[2], regarde encore l'épanouissement du nerf optique comme étant le seul élément nerveux. Par contre, c'est encore une chose contestée, si les couches situées en dehors de la Membrana intermedia, à savoir celle des bâtonnets et des cônes, et le Stratum granulatum externum, avec ses subdivisions, sont ou non des couches nerveuses. En 1840, j'ai divisé la rétine en deux parties principales: la substance cérébrale, composée des fibres cérébrales du nerf optique et des cellules cérébrales, et la rétine proprement dite, ne comprenant que la couche des bâtonnets et des cônes; les autres couches étaient alors inconnues. Par cette division, je voulais seulement indiquer que la rétine tout entière n'était pas nerveuse comme on le supposait auparavant, et maintenir la dénomination de «rétine proprement dite» pour la partie d'où la rétine avait originairement tiré son nom. Lorsque les autres couches furent mieux connues, M. Henle[3], adoptant beaucoup plus tard le même principe, divisa la rétine en une partie ayant la composition d'une mosaïque et dépourvue de vaisseaux, à laquelle appartenaient les bâtonnets, les cônes et les globules du Stratum granulatum externum, et en une partie nerveuse; la limite est formée par le Stratum intergranulatum *(Zwischenkörnerschicht, äussere Faserschichte* d'après M. Henle). M. Krause[4] a adopté la même division dans ce qu'elle a d'essentiel, comme il fait avec moi de la couche des bâtonnets et des cônes et des éléments qui en dépendent, un appareil catoptrique (dioptrique); il regarde comme nerveuses les quatre couches que nous avons examinées, sauf cependant une partie du Stratum granulatum internum; enfin, il représente comme des éléments de tissu cellulaire diverses parties filamenteuses qui partent des bâtonnets et des cônes, mais

[1]) E. Landolt, Beitrag zur Anatomie der Retina vom Frosch, Salamander und Triton; Schultze, Archiv für mikroskopische Anatomie 1871, 7, Pl. 9, Fig. 1.

[2]) R. Blessig, de retinæ textura 1855, p. 83.

[3]) J. Henle, weitere Beiträge zur Anatomie der Retina; Göttinger Nachrichten 1864, Nr. 15, p. 310; Handbuch der Eingeweidelehre des Menschen 1866, p. 641.

[4]) W. Krause, membrana fenestrata 1868, p. 50.

n'en peuvent guère être séparées, ainsi que les fibres radiales et tous les épanouissements membraneux, entre autres aussi la Membrana fenestrata; mais cette membrane, comme nous le verrons, doit être considérée autrement. Provisoirement, nous maintiendrons que la Membrana intermedia, qui répond à la Membrana fenestrata de M. Krause, constitue la cloison qui sépare les éléments nerveux et non nerveux de la rétine; il va sans dire que ni les fibres radiales ni la Membrana limitans interna ne sont nerveuses, bien qu'elles soient mêlées aux couches nerveuses ou en étroite connexion avec elles.

M. Krause a le mérite d'avoir le premier donné une description détaillée de la membrane chez tous les vertébrés. Il lui a donné le nom de fenestrata, parce qu'il l'a trouvée percée d'ouvertures assez régulièrement espacées, ce qui provient de ce que, suivant lui, elle se compose de grandes cellules irrégulières à noyau, avec des prolongements plus ou moins longs, qui, par leur réunion, peuvent remplir les intervalles entre les cellules; sur la surface de la membrane, les limites des cellules se montrent comme des lignes fines. M. Krause a étudié la membrane chez une quantité d'animaux des quatre classes des vertébrés. Il est exact que la membrane ne se compose que d'une seule couche de cellules plates; mais, d'après mes observations, elles constituent ensemble une membrane continue et non un treillis, et c'est un des motifs qui m'ont empêché d'adopter sa dénomination de fenestrata. M. Krause dit que la membrane est difficile à reconnaître de profil (en coupe verticale), et il ne l'a dessinée qu'une fois vue de cette manière [1]; j'ai au contraire trouvé qu'elle est plus facile à représenter ainsi, parce qu'en la cherchant entre les Stratum granulatum internum et externum, on peut presque toujours, chez l'homme peut-être excepté, la reconnaître à ses grands noyaux ronds régulièrement espacés. Je n'ai non plus trouvé la membrane aussi mince que l'indique M. Krause, ce qu'on peut voir en comparant ses figures avec les miennes. Je l'ai même trouvée plus épaisse qu'elle n'est représentée; cependant il ne faut pas se laisser induire en erreur, lorsque la coupe n'est pas tout à fait verticale, mais un peu oblique. C'est peut-être à de pareilles coupes, que M. Krause a eu affaire, quand il dit que les cellules du Stratum granulatum internum pénètrent dans les espaces qu'il supposait être vides. La membrane paraît au contraire plus mince dans les yeux trop fortement durcis; les noyaux se contractent également, mais sont reconnaissables à leur arrangement régulier. Je suis d'accord avec M. Krause que les fibres radiales aboutissent à la surface interne de la membrane, et ne la traversent pas; elles s'étalent quelquefois un peu en se fixant à la membrane, mais ne vont pas plus loin. La rétine se fend facilement en dedans de la membrane, et on voit alors les bouts déchirés des fibres radiales flottant sur sa surface interne. A sa surface externe sont fixés les filaments des bâtonnets et des cônes, mais nous reviendrons plus loin plus en détail sur ce point.

---

[1] W. Krause, membrana fenestrata 1868, p. 8, Fig. 15.

La Membrana intermedia a été confondue avec la Membrana perforata de M. Krause, par ex. peut-être par M.M. Müller et Steinlin. M. Vintschgau [1] l'a certainement vue chez la carpe; il appelle la couche entière *„Strato moleculare internucleolare."* M. Manz [2] l'a observée chez la grenouille, mais il la décrit comme un réseau de fibres fines venant de la Membrana limitans externa et des filaments des bâtonnets et des cônes, et formé de grandes mailles par où passent des fibres qui se réunissent pour former des fibres radiales; dans les mailles, il a trouvé des globules semblables à ceux du Stratum granulatum externum, et souvent disposés en files assez régulières, mais elles étaient fréquemment vides; M. Krause croit au contraire que les globules appartiennent au Stratum granulatum internum. La seconde couche du *„Zwischenkörnerschicht,"* que M. Heinemann [3] décrit chez les oiseaux, doit peut-être être rapportée ici; il pense du reste qu'elle est formée par l'expansion des fibres radiales, mais qu'elle a une faible épaisseur chez les oiseaux. M. Henle [4] décrit et représente la membrane tantôt comme finement granulée, tantôt comme striée en long, ou bien encore comme composée de deux pareilles couches, mais, à en juger d'après l'épaisseur indiquée de $0^{mm.}$,01 à 0,02, il n'a pas vu la membrane isolée ou a fait des coupes très obliques. Il lui a donné le nom de *„äussere granulirte Schichte,"* en opposition à notre Stratum granulosum; mais cette dénomination ne convient pas, en partie parce que la membrane ne constitue pas un Stratum analogue aux autres Strata de la rétine, mais est une véritable membrane, en partie parce que la substance n'en est pas granulée de la même manière que celle du Stratum granulosum; M. Henle dit lui-même qu'elle peut être fibreuse. Dans la Macula lutea, où elle manque d'ailleurs sur une grande étendue, il a trouvé une fois, sur la surface externe du Stratum granulatum internum, une couche isolée de petites cellules aplaties réunies comme un epithelium. M. Schultze [5] a donné un dessin assez exact de la membrane chez la grenouille et la Raja clavata, mais il la rapporte à son Stratum intergranulosum et lui en donne le nom. Mais la description qu'il en a donnée plus tard [6], en adoptant en même temps la dénomination de M. Henle, n'est faite qu'en vue de sa théorie et ne s'accorde pas avec la réalité. Suivant lui, la membrane, dans sa forme la plus simple, se compose chez l'homme et les mammifères d'une couche mince d'une substance granulée, avec des fibres extrêmement fines qui courent obliquement ou parallèlement à la surface de la rétine, et qui, à cause de leurs fines varicosités fusiformes et de leur surface lisse, doivent être considérées comme des fibres

---

[1]) M. de Vintschgau, richerche sulla structura microscopica della retina; Sitzungsberichte der Wiener Academie 1853, 11, p. 943, Fig. 11.

[2]) W. Manz, Zeits. f. rat. Med. 1861, 10, p. 312, Pl. 8, Fig. 1, d.

[3]) C. Heinemann, Archiv f. path. Anat. 1864, 30, p. 258.

[4]) J. Henle, Göttinger Nachrichten 1864, Nr. 15, p. 310; Eingeweidelehre 1866, p. 653, Fig. 489, 495, 497, 498, 499, 501 B; p. 667, Fig. 514.

[5]) M. Schultze, de retinæ structura 1859, Fig. 4, b, 5, d.

[6]) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 990, 1005.

nerveuses. Les fibres viennent en partie des prolongements périphériques des cellules du Stratum granulatum internum, en partie des filaments des bâtonnets et des cônes. Mais ajoute-t-il lui-même: *„von den nervösen Fasern derselben wissen wir nicht mehr als von denen der inneren granulirten Schicht"*, dont nous savons en effet bien peu de chose. Sur sa Fig. 347, b, on voit le *„Gewirr"* que nous connaissons d'autres endroits. M. Schultze ne donne aucune preuve relativement à l'origine des fibres, car il n'a vu ni les cellules du Stratum granulatum internum, ni les filaments des bâtonnets et des cônes, se continuer directement en fibres. Il n'ose pas admettre pour les fibres un cours radiaire, ce qui n'a pas lieu non plus, parce que la membrane, dans les coupes verticales, chez l'homme peut-être excepté, se montre couverte de stries concentriques à l'œil, stries dont le caractère prononcé peut, il est vrai, être une conséquence du durcissement. M. Schultze ne s'inquiète pas davantage que M. Hasse [1], qui suppose un système de fibres verticales et un de fibres horizontales, dont le dernier n'est peut-être qu'un vaisseau, ait cru voir une fois une connexion entre un filament de bâtonnet et les fibres des cellules du Stratum granulatum internum. Et pourtant cette continuation directe est un des principaux fondements de sa théorie, dont l'incertitude se manifeste d'ailleurs également ici dans le résultat qu'il expose lui-même: *„die äussere granulirte Schicht gleicht der inneren und lässt eine nähere Verfolgung der sie durchziehenden feinen Nervenfibrillen* (? Ego) *ebenso wenig zu wie jene."* M. Hasse n'a du reste trouvé dans la masse de la membrane ni indice d'un riche Plexus, ni filaments de cônes aussi forts que dans le Stratum granulatum externum, de même que M. Merkel [2] n'a non plus réussi à poursuivre des éléments nerveux à travers la membrane.

Si M. Schultze n'avait pas surtout fixé son attention sur les caractères de la membrane chez l'homme et les mammifères, mais pris les poissons pour point de départ, il n'eût pas été induit à attribuer des éléments nerveux à la Membrana intermedia. Sa nature épithéliale ne se manifeste nulle part aussi clairement, et la membrane est si forte et si facile à traiter, que j'ai pu, chez le brochet, la détacher en fragments assez grands pour être visibles à l'œil nu. Relativement à la théorie d'une transmission continue entre le nerf optique et la couche des bâtonnets et des cônes, M. Müller [3], comme prédécesseur de M. Schultze, a eu moins de difficultés à surmonter, parce qu'il ne connaissait pas la Membrana intermedia comme telle. D'après la division que M. Müller a faite des diverses couches de la rétine, la membrane aurait eu sa place dans la couche désignée par lui sous le nom de *„Zwischenkörnerschicht"*, mais il est vraisemblable qu'il ne l'a vue que chez les poissons; chez la grenouille, il croit avoir aperçu des éléments de cellules

---

[1]) C. Hasse, Zeits. f. rat. Med. 1867, 29, p. 255, 270.
[2]) F. Merkel, macula lutea 1869, p. 9.
[3]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, Pl. 1, Fig. 1, 3, Fig. 2, 3, Pl. 2, Fig. 15, 3, p. 18, 31, 43, 54.

dans une masse granulée; chez les oiseaux, il a observé tantôt une raie indécise à grains fins, tantôt de larges corps pyriformes, qu'il regarde comme différant de ceux des couches voisines, quoiqu'il soit bien possible que, par suite d'une obliquité de la coupe, il n'ait eu affaire qu'aux éléments du Stratum granulatum internum; chez l'homme enfin, il n'a trouvé quelque masse moléculaire que tout près du Stratum granulatum internum.

S'il est ainsi établi que la Membrana intermedia est une membrane indépendante, dont la structure ne présente pas trace d'un passage de fibres et encore moins de fibres nerveuses, passage qui n'a d'ailleurs été constaté pas aucune observation positive, il en résulte nécessairement que la chaîne que MM. Müller et Schultze ont construite pour expliquer la perception des rayons lumineux, est de nouveau brisée. Et, chose qui n'est pas prouvée, les cellules cérébrales fussent-elles même en communication avec le nerf optique, et, par leurs prolongements, aves les cellules du Stratum granulatum internum, toute transmission nerveuse serait cependant arrêtée par la solide Membrana intermedia.

Il est difficile de dire quelle est au juste la signification de la membrane. Son aspect, surtout lorsqu'on la regarde de face, semble indiquer un caractère épidermique. Comme je l'ai constaté spécialement chez le brochet, et suivant l'opinion de la plupart des observateurs, elle paraît aussi composée de morceaux assez grands, chacun avec un gros noyau rond, ce qui indique qu'elle est formée originairement de cellules plates qui se touchent par leurs bords et finissent par constituer une membrane continue; le noyau a également tout à fait le caractère d'un noyau d'epithelium pavimenteux ordinaire. Si la membrane est épithéliale, il est possible qu'elle soit une feuille de la choroïde; dans ce cas, la couche des bâtonnets et des cônes et le Stratum granulatum externum reposeraient entre deux feuilles de la choroïde, et la membrane mériterait le nom de *Pia mater* ou d'*Arachnoidea retinæ*, parce qu'elle constituerait l'enveloppe de la masse cérébrale qui se trouve dans l'œil. Mais j'ai en vain cherché à la poursuivre dans les membranes qui entourent le nerf optique à son entrée dans l'œil, et n'ai pas mieux réussi à la retrouver parmi celles qui entourent le tronc du nerf avant son entrée; la membrane riche en noyaux que j'ai décrite autour du nerf optique (p. 70), n'a pas sa place près des faisceaux du nerf, mais extérieurement, et ses noyaux diffèrent de ceux de la Membrana intermedia. Voilà pourquoi j'ai choisi la dénomination indifférente de Membrana intermedia. Si la membrane, en avant, s'unit de nouveau à la choroïde et se continue dans l'iris, ce que je crois avoir vu quelquefois, on s'expliquerait plus facilement certains rapports sympathiques entre l'iris, d'une part, et le cerveau et la rétine, d'autre part. Qu'il ne faille pas confondre la Membrana intermedia avec un vaisseau qui lui est souvent parallèle, c'est sur quoi j'ai appelé l'attention dans la première partie de ce mémoire (p. 59).

De l'exposé qui précède, il s'ensuit enfin que la dénomination de *„Zwischenkörnerschicht“* doit être mise de côté. M. Müller, qui pense que M. Bowmann a le premier

observé cette couche, y a rapporté tout ce qui se trouve entre la zone extérieure du Stratum granulatum internum et la zone intérieure du Stratum granulatum externum; mais il en résultait un mélange d'éléments hétérogènes, à savoir d'abord la Membrana intermedia, en tant que M. Müller la connaissait, puis la membrane que M. Krause a appelée Membrana perforata chez les poissons, mais qui appartient au Stratum granulatum internum, et enfin les filaments des bâtonnets et des cônes; ces derniers étant très longs dans quelques localités, par ex. dans la Macula lutea, la couche y devenait la plus épaisse de toute la rétine, comme on peut le voir sur les Fig. 17, 3, Pl. II, de M. Müller. D'après M. Ritter[1], la *„Zwischenkörnerschicht“* se compose de fibres radiales, avec un réseau d'éléments très fins de tissu cellulaire qui les enveloppe; suivant M. Rivolta[2], dont je ne connais le mémoire que par un extrait, cette même couche se compose chez le cheval de cellules ganglionnaires, avec des prolongements longs et nombreux, qui se ramifient et communiquent entre eux, tandis que MM. Golgi et Manfredi les rapportent au tissu cellulaire.

6. Fibræ radiales.

L'importante découverte faite par M. Müller[3] des fibres désignées par lui sous le nom de fibres radiales (et non radiaires), a été publiée pour la première fois en 1851, et confirmée ensuite six mois plus tard par M. Kölliker[4], qui les appelle les fibres de Müller. Si je n'ai pas adopté une dénomination que mérite à si juste titre l'auteur de cette découverte, c'est, d'une part, que le nom choisi par M. Müller lui-même répond plus pleinement à son but, et, d'autre part, que M. Ritter[5] a voulu, mais à tort, étendre le nom de fibres de Müller aux fibres radiales nerveuses proposées plus tard par M. Schultze, ce qui pouvait faire naître une confusion. Les fibres radiales une fois découvertes, il était naturel qu'on eût l'idée de les mettre en communication, intérieurement avec le nerf optique et les cellules cérébrales, extérieurement avec les bâtonnets et les cônes, auxquels on attribuait le rôle d'éléments percevant la lumière. Mais M. Kölliker, malgré ses efforts, n'a réussi à découvrir aucune liaison entre les fibres optiques et les fibres radiales, et M. Müller s'est prononcé immédiatement contre cette hypothèse. Il regarde, avec M. Remak, la partie intérieure des fibres radiales comme une espèce de tissu cellulaire, sans pourtant

---

[1]) C. Ritter, zur Histologie des Auges; Graefe, Archiv für Ophthalmologie 1865, 2, 1, p. 90.

[2]) S. Rivolta, Virchow und Hirsch, Jahresbericht über die Leistungen und Fortschritte in der gesammten Medicin für 1872, 1, p. 57. Voir au même endroit Golgi et Manfredi.

[3]) H. Müller, zur Histologie der Netzhaut; Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie 1851, 3, p. 235.

[4]) A. Kölliker, zur Anatomie und Physiologie der Retina; Würzburger Verhandlungen 1852, 3, p. 316; mikr. Anat. 1854, 2, 2, p. 681.

[5]) C. Ritter, Archiv f. Ophth. 1865, 2, 1, p. 180.

cesser de croire à la possibilité d'une liaison entre l'extrémité intérieure des fibres radiales et l'autre élément nerveux, les cellules cérébrales. M. Kölliker, partant de l'observation de M. Corti relative à la connexion des cellules cérébrales et des fibres optiques chez l'éléphant, paraît se ranger à cette opinion, et M. Müller [1] croit avoir observé une véritable liaison entre les fibres radiales et les cellules cérébrales dans le voisinage de la Macula lutea. Mais cette observation, de même que plusieurs autres, dont nous parlerons tout à l'heure, lui semble cependant incertaine, et elle ne se concilie non plus avec le fait que la partie centrale de la Macula lutea renferme une grande quantité de cellules cérébrales, mais seulement un petit nombre de fibres radiales, tandis que c'est l'inverse à la périphérie de la rétine. Ce qui montre du reste combien était alors répandue l'opinion relative au caractère nerveux des fibres radiales, c'est que M. Kölliker raconte qu'un histologue (Remak?), dont il tait le nom, parce qu'il ne sait pas s'il désire être connu, lui a dit que tout le système des fibres radiales n'était, suivant lui, que du tissu cellulaire, et servait à consolider les fins éléments nerveux. M. Kölliker cherche à combattre cette opinion, alors considérée comme hérétique, en invoquant la composition chimique des fibres radiales, qui différerait complètement de celle du tissu cellulaire ou du tissu élastique, mais s'accorderait avec celle des fibres optiques et des bâtonnets [2]. M. Vintschgau [3] représente encore chez l'homme, la poule et la tortue une fibre radiale qui est unie à une cellule cérébrale.

Tandis qu'on a bientôt dû renoncer à considérer la partie intérieure des fibres radiales comme nerveuse, M. Müller a encore voulu attribuer ce caractère à leur partie extérieure, à partir du point du Stratum granulosum où se trouve souvent un renflement à noyau, parce qu'il supposait que les fibres radiales, chez l'homme, sont par leurs bouts déliés en connexion avec les globules du Stratum granulatum externum, et parce que ces globules sont à leur tour en connexion avec les bâtonnets et les cônes. Il lui reste cependant quelques doutes sur la justesse de cette observation, parce que la connexion des fibres radiales et des globules du Stratum granulatum externum a été observée sur des yeux durcis, où une contiguïté peut facilement être confondue avec une continuité; de plus, les bâtonnets sont bien plus nombreux que les bouts des fibres radiales, qui souvent aussi sont beaucoup plus épais, et, comme nous l'avons dit, la liaison des fibres radiales avec les cellules cérébrales est incertaine, de sorte qu'en aucun cas il ne pourrait se former une chaîne complète. M. Müller n'a pas trouvé non plus qu'il y eût un rapport plus intime chez les animaux. Chez les poissons, les fibres radiales se fendent extérieurement

---

[1]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 73, 23, Fig. 5, d, p. 33, 45. Voir aussi, au même endroit, ses remarques sur les observations de M. Vintschgau.

[2]) A. Kölliker, mikr. Anat. 1854, 2, 2, p. 682; M. Henle dit également que leur composition chimique diffère de celle du tissu cellulaire et du tissu élastique; Eingeweidelehre 1866, p. 658.

[3]) M. de Vintschgau, Sitzungsberichte d. Wien. Acad. 1853, 11, Fig. 2, 8, 10.

et pénètrent dans le Stratum granulatum externum, mais en quantité beaucoup trop faible, pour qu'il puisse y avoir un bout de fibre répondant à chaque bâtonnet ou à chaque cône; il n'a pu poursuivre le bout intérieur des fibres radiales jusque dans les fibres du nerf optique, mais il représente le passage apparent d'une fibre radiale à une cellule cérébrale. Chez la grenouille, il a d'abord cru voir une fibre radiale s'unir à une cellule cérébrale, mais plus tard il a reconnu n'avoir eu affaire qu'à un dépôt accidentel; aux bouts extérieurs fendus des fibres, il a vu pendre des bâtonnets et des cônes, mais ceux-ci sont aussi dans cet endroit beaucoup plus nombreux que les fibres. Chez les oiseaux, il a bien vu des connexions analogues, mais la constatation en est si difficile qu'il ne peut fournir aucune preuve à cet égard.

Outre la connexion qu'on a voulu établir entre les fibres radiales, le nerf optique et les cellules cérébrales, les idées qu'on s'est faites relativement à l'origine des fibres et à leurs rapports avec les bâtonnets et les cônes, sont aussi une des causes qui ont empêché qu'on ne se rendît tout de suite compte de leur véritable rôle. Dans leur communication à l'Académie des Sciences de Paris, MM. Kölliker et Müller [1] ont représenté les fibres radiales comme partant des bâtonnets et des cônes pour aboutir intérieurement à la Membrana limitans interna, en se réunissant en route aux globules des différentes couches de la rétine. M. Kölliker [2], maintenant plus tard la même opinion, suppose qu'une fibre radiale est formée par la réunion de filaments de bâtonnets (il en représente jusqu'à 6), et met hors de question la connexion de ces fibres avec les bâtonnets et les globules. M. Blessig [3], qui pense que la marche des fibres radiales est interrompue par le Stratum granulosum, décrit et représente aussi leur origine de la même manière. Bien que des observateurs postérieurs, comme MM. Heinemann [4], Hasse [5] et Sirena [6], les prolongent jusqu'à la Membrana limitans externa, et les mettent en connexion avec les éléments des Stratum granulatum internum et externum, il a cependant été bien établi, depuis que M. Schultze [7], en 1856, a nié leur nature nerveuse, qu'elles appartiennent dans tout leur parcours au tissu cellulaire, et on n'a plus trouvé de connexion entre elles et la couche des bâtonnets et des cônes; mais il faut se rappeler que M. Schultze imaginait en même temps le système particulier de fibres radiales nerveuses dont nous

---

[1]) A. Kölliker et H. Müller, Comptes rendus 26 Septembre 1853, 37, p. 489.
[2]) A. Kölliker, mikr. Anat. 1854, 2, 2, p. 677, Fig. 3, p. 683.
[3]) R. Blessig, de retinæ textura 1855, p. 18, 83, Fig. 1, p, t, g, o.
[4]) C. Heinemann, Archiv f. path. Anat. 1864, 30, p. 257.
[5]) C. Hasse, Zeits. f. rat. Med. 1867, 29, p. 268, 271.
[6]) Santi Sirena, Würzb. Verh. 1871, 2, p. 43.
[7]) M. Schultze, über die Endigungsweise des Geruchnerven und die Epithelialgebilde der Nasenschleimhaut; Monatsberichte der kgl. Academie der Wissenschaften zu Berlin, d. 13 November 1856, p. 8; de retinæ structura 1859, p. 9 sqq., Fig. 3, 4, 5; Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 266, Pl. 15, Fig. 1; Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1015.

avons parlé plus haut. Relativement aux fibres radiales de Müller, il passe à un autre extrême. En effet, non content de les ramifier, il admet l'existence d'un tissu cellulaire de nature réticulaire ou spongieuse, qui est en connexion directe avec les rameaux, mais qui est si fin qu'il ne se montre que moléculairement. Ce tissu entoure les fibres cérébrales du nerf optique et les cellules cérébrales, et constitue le Stratum granulosum tout entier. Sur le dessin que M. Schultze en donne chez la Raja clavata, les rameaux des fibres radiales forment un tissu spongieux et passent eux-mêmes à cet état; il représente un tissu analogue encore plus fin chez le mouton, lequel est collé latéralement aux fibres radiales, qui s'étalent en forme de pinceau en dedans de la Membrana limitans externa; ce tissu se comporte de la même manière dans le Stratum granulatum externum, et on y voit des ouvertures, où ont reposé les cellules du Stratum granulatum internum. Chez la grenouille, il représente tout le Stratum granulatum externum comme rempli de tissu cellulaire spongieux. Chez les poissons, il met même l'expansion spongieuse des fibres radiales en connexion partielle avec les fibres fines horizontales qui se trouvent dans la Membrana intermedia; chez la Raja, toute cette membrane a sur son dessin à peu près le même aspect que le tissu cellulaire spongieux. Dans un travail postérieur, M. Schultze se réfère à ces recherches, et présente en même temps la Membrana limitans externa comme formée de la substance cellulaire condensée de la rétine. Quant aux fibres radiales, il se les figure comme des arbres disposés en rangées méridiennes, et formant comme des cloisons ou des feuilles, lesquels, avec leurs racines, vont de la Membrana limitans interna, qui est formée de leurs bouts étalés, jusqu'à la Membrana limitans externa, mais s'arrêtent en partie à la Membrana intermedia, peut-être même plus tôt. Les fibres du nerf optique et les cellules cérébrales sont enlacées d'un réseau de prolongements fibreux et foliacés; ce réseau, extrêmement fin dans le Stratum granulosum, présente des mailles beaucoup plus grandes dans le Stratum granulatum internum, mais plus fines et peu nombreuses dans le Stratum granulatum externum, et plus fines encore dans la Membrana intermedia. Dans son dernier travail, il compare les fibres radiales à des colonnes serrées les unes contre les autres entre les Membrana limitans interna et externa, comme entre un plafond et un plancher, et dont les rameaux vont ensuite se perdre dans le tissu spongieux, dont ils ne se distinguent que par leur plus grande consistance. La rudesse des fibres est due à des parties de ce tissu qui y sont collées; le tissu se compose non-seulement de fibres, mais aussi de feuilles, qui forment des coques et des gaînes autour des éléments nerveux, et renferment des ouvertures plus ou moins grandes où ceux-ci reposent, ainsi que de petits trous pour les fibres nerveuses des Stratum granulatum internum et externum. Il trouve que les fibres radiales du Stratum granulatum internum sont les plus constantes; dans la Macula lutea, il n'y en a qu'un petit nombre. Autour des globules du Stratum granulatum externum, leurs ramifications forment également des capsules membraneuses à structure fibreuse; les fibres participent à la formation de la

Membrana limitans externa, et se continuent sur les cônes en y formant des corbeilles fibreuses sur lesquelles nous reviendrons plus tard.

L'hypothèse de M. Schultze d'un tissu spongieux est en contradiction avec les résultats de l'observation des yeux frais. Le Stratum granulosum, qui, suivant lui, devrait être le siége principal de ce tissu, se compose, à l'état frais, d'une masse sans structure finement granulée, entièrement semblable à celle où reposent les cellules cérébrales du cerveau, et qu'il est difficile de se figurer comme résultant de la dissolution de fibres de tissu cellulaire. Même lorsque le Stratum granulosum est devenu par le durcissement une masse à gros grains, on le voit comme auparavant traversé par les fibres radiales intactes, et ce n'est qu'accidentellement qu'on rencontre des fibres isolées avec une masse adhérente. La masse fraîche finement granulée n'est qu'une Neuroglia pour les cellules; les globules du Stratum granulatum externum sont si serrés, qu'on ne peut concevoir entre eux d'autre substance intermédiaire que l'humeur fluide qui remplit d'autres intervalles, par ex. ceux des bâtonnets chez l'homme. La Membrana intermedia ne se compose pas non plus d'une substance spongieuse, mais, du moins chez les trois classes inférieures des vertébrés, c'est une membrane solide distincte avec une striure concentrique à l'œil. La substance spongieuse n'est donc qu'un produit artificiel, dont M. Schultze a donné une interprétation inexacte, parce qu'il a fait ses observations sur des yeux durcis; de même, les capsules autour des cellules et des globules ne sont qu'un produit artificiel. M. Schultze représente le tissu spongieux avec des mailles plus grandes chez la Raja que chez le mouton; cela vient de ce que la masse granulée a des grains plus gros chez les poissons. Chez la Raja, les fibres radiales s'arrêtent, sur ses figures, dans le Stratum granulatum externum, mais chez la grenouille, elles vont jusqu'à la Membrana limitans externa; il les représente de la même manière sur un dessin schématique qui accompagne son travail de 1866. M. Hasse[1], qui d'ailleurs partage ordinairement les opinions de M. Schultze, pense aussi que la substance intercellulaire entre les divers globules ne se coagule que par l'emploi des réactifs, tout en étant cependant en rapport intime avec eux par suite du développement; il représente les fibres radiales comme garnies de petites épines dans leur passage à travers le Stratum granulosum et le Stratum granulatum externum.

La véritable nature des fibres radiales ne peut être reconnue qu'en remontant à leur source, et au caractère qu'elles présentent en ce point et dans le reste de leur parcours. Comme je l'ai fait voir dans la partie histologique du présent mémoire, elles sont une continuation de la gaîne de tissu cellulaire qui entoure le nerf optique avant son entrée dans l'œil, et qui se continue sur le nerf après son entrée. Les fibres radiales doivent donc être considérées comme le *Neurilema fibrarum cerebralium retinæ,* mais ce Neurilema a une étendue extraordinaire, parce qu'il se trouve aussi dans d'autres parties

---

[1]) C. Hasse, Zeits. f. rat. Med. 1867, 29, p. 272, 267, Pl. 7, Fig. 12, 13.

de la rétine en dedans de la Membrana intermedia. Chez les mammifères et notamment chez l'homme, où le système des fibres radiales est très développé et, peut-être pour ce motif, a été spécialement l'objet de recherches, nous trouvons les faisceaux du tronc du nerf optique entourés d'une gaîne compacte de fibres ordinaires de tissu cellulaire. En raison de l'union étroite de la sclérotique et de la choroïde dans la Lamina cribrosa, il est probable que ces fibres y sont mêlées à des fibres élastiques. Les fibres de tissu cellulaire conservent sans changement leur caractère bien après que le nerf optique a pénétré dans la cavité de l'œil; elles sont lisses, brillantes, sinueuses [1], et non-seulement continuent à séparer les faisceaux du nerf optique, mais enveloppent aussi chacun d'eux, de sorte qu'elles apparaissent sous forme d'un anneau sur la section transversale de chaque faisceau; M. Blessig [2] les a déjà comparées à des tubes dans lesquels reposent les faisceaux. Chez le lapin, il semble même y avoir une gaîne claire distincte où les fibres de tissu cellulaire sont comme logées. De la surface interne de l'anneau, les fibres pénètrent dans l'intérieur du faisceau, mais on ne trouve de subdivisions complètes que dans le voisinage de l'entrée du nerf optique; car peu après l'anneau s'ouvre en dehors, de sorte que les cellules cérébrales ne sont plus séparées des fibres cérébrales du nerf optique. Pendant l'épanouissement ultérieur du nerf optique, la masse des fibres radiales atteint son maximum intérieurement, juste en dehors de la Membrana limitans interna, parce que l'intervalle entre deux faisceanx étant rempli de tissu cellulaire, la gaîne entière, qui le plus souvent est collée à la surface externe de la Membrana limitans interna, et n'en peut être détachée qu'avec violence, présente en ce point sa plus grande épaisseur. Par conséquent, si, comme je l'ai déjà mentionné dans la partie histologique de ce mémoire, on pratique une coupe verticale au travers de deux de ces faisceaux, la partie intérieure de la gaîne de tissu cellulaire apparaîtra sous forme d'une ombelle, qui en réalité n'est pas simple, mais formée des fibres divergentes de deux faisceaux contigus; en opérant ainsi sur une série de faisceaux, on obtiendra naturellement une série d'ombelles ou d'arcades, ce qui est la forme sous laquelle les fibres radiales se montrent habituellement. Mais, si la coupe verticale est menée parallèlement aux faisceaux, soit au milieu d'un faisceau, soit entre deux faisceaux, les ombelles deviennent toujours plus incomplètes ou manquent même entièrement. Comme il a été dit plus haut, on le comprendra facilement en coupant ma Fig. 46, Pl. V, par des plans verticaux ou obliques, et on s'expliquera de la même manière les différentes figures en forme d'entonnoir, de cornue, de triangle, ou ramifiées, ainsi que les noyaux ronds ou ovales qu'on trouve représentés et décrits comme constituant l'origine des fibres radiales en dehors de la Membrana limitans

---

[1]) W. Manz dit même qu'elles peuvent décrire une spirale en forme de tire-bouchon; Zeits. f. rat. Med. 1861, 10, p. 314,

[2]) R. Blessig, de retinæ textura 1855, p. 36.

interna[1]. Les faisceaux du nerf optique continuent d'être séparés par les fibres radiales; cependant ils ne sont pas tellement serrés qu'on puisse, avec M. Schultze, les comparer à des cloisons ou à des feuilles, une comparaison dont MM. Müller et Sirena se sont servis plus tard, mais qui manque d'exactitude, et cesse d'être applicable lorsque la couche du nerf optique s'amincit en avant.

Relativement à la manière dont les fibres radiales se comportent en dehors de l'expansion du nerf optique lorsqu'elles pénètrent dans les autres couches de la rétine, nous avons déjà remarqué que l'anneau qu'elles forment autour des faisceaux du nerf optique s'ouvre graduellement en dehors. Par suite, les cellules cérébrales, qui étaient séparées du nerf optique et même empêchées mécaniquement d'avoir avec lui le moindre rapport, se trouvent en contact immédiat avec ses faisceaux. Les fibres radiales conservent quelque temps le caractère du tissu cellulaire ordinaire; elles deviennent peu à peu plus fines, mais sont encore réunies en faisceaux plus ou moins épais pendant qu'elles se rendent extérieurement, d'abord parmi les cellules cérébrales, où elles sont en général moins distinctes, et ensuite dans le Stratum granulosum et le Stratum granulatum internum. Il est bien possible qu'elles y soient unies entre elles par des fibres transversales de même nature, mais plus fines que celles des faisceaux du nerf optique. M. Sirena[2] a trouvé chez le cheval un réseau de mailles dans les Stratum cellularum cerebralium, granulatum internum et externum (le dernier réseau ne peut avoir été formé de fibres radiales); mais ni lui ni M. Kölliker n'ont pu s'assurer s'il en existait un dans le Stratum granulosum. M. Landolt[3] a également observé chez les reptiles (et représenté chez le triton) un réseau de mailles dans les Stratum granulatum internum et externum. On peut aussi peut-être y rapporter les cellules ramifiées de tissu cellulaire que MM. Golgi et Manfredi[4] ont trouvées entre les fibres du nerf optique et entre les cellules cérébrales. Je n'ai pas trouvé de ramifications transversales chez l'homme, mais, comme je l'ai dit Pag. 67, chez le bœuf; que les grandes mailles qu'y forment les fibres radiales, ne soient pas identiques avec le tissu spongieux de M. Schultze, cela n'a pas besoin d'autre démonstration. Les fibres radiales une fois arrivées dans le Stratum granulatum internum, sont cachées par les cellules de la couche, qui sont seulement en contact avec elles et ne s'y collent que par le durcissement; quelquefois, elles sont comme entassées entre les fibres. Enfin, les fibres radiales s'attachent à la surface interne de la Membrana intermedia en s'y étalant; elles peuvent même se fendre dans le voisinage de la membrane, et se résoudre dans les fibres plus fines dont elles sont composées. Les fibres radiales ne vont pas plus loin, et si

---

[1]) A. Kölliker, mikr. Anat. 1854, 2, 2, p. 677, Fig. 404, 1, 2, g. H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, Pl. 1, Fig. 6, Pl. 2, Fig. 26. C. Hasse, Zeits. f. rat. Med. 1867, 29, Pl. 7, Fig. 14; etc.

[2]) Santi Sirena, Würzb. Verh. 1871, 2, p. 43.

[3]) E. Landolt, Archiv f. mikr. Anat. 1871, 7, p. 81, Pl. 9.

[4]) C. Golgi et N. Manfredi, Virchow und Hirsch, Jahresbericht für 1872, p. 57.

quelques observateurs que nous avons nommés plus haut, croient avoir pu les suivre jusqu'à la Membrana limitans externa, c'est qu'ils les ont confondues avec les éléments filiformes du Stratum granulatum externum. Lorsqu'on s'en tient seulement aux mammifères et à l'homme, il est sans doute, en beaucoup de cas, difficile de se convaincre qu'elles s'arrêtent à la Membrana intermedia; mais, en examinant la grenouille et mieux encore les poissons, il devient bientôt évident que les fibres radiales ne peuvent traverser cette solide et épaisse membrane. Compare-t-on ensuite, par ex. chez les poissons ou dans la Macula lutea, les fibres radiales avec les éléments filiformes ou plus nombreux du Stratum granulatum externum, on ne tardera pas à abandonner l'idée que ces deux espèces de fibres dussent être en rapport direct l'une avec l'autre.

Nous avons déjà mentionné les noyaux des fibres radiales en décrivant le Stratum granulatum internum. Ils font partie du caractère de tissu cellulaire qu'ont les fibres, et sont certainement en rapport avec le développement. M. Schultze regarde les rameaux comme une division d'une cellule originairement simple, tandis que M. Manz [1] objecte qu'il a souvent trouvé seulement le noyau logé sur la fibre; M. Krause [2] considère les fibres comme des cellules fusiformes à cause du noyau et du développement Le noyau est rarement visible chez l'homme; mais il est possible qu'il disparaisse par la préparation, laquelle peut aussi rendre granulée la surface des fibres, ou les faire paraître comme composées de molécules, tandis que la surface en est d'ailleurs lisse comme celle des fibres du tissu cellulaire ou tendineux, et qu'elles présentent un fin simple contour. Elles ont aussi cela de commun avec les fibres du tissu cellulaire, qu'elles résistent bien aux influences extérieures; il n'est pas rare de rencontrer des yeux où l'expansion du nerf optique a disparu par la macération, où les cellules cérébrales, les bâtonnets et les cônes sont détruits, mais où les fibres radiales, avec leurs arcades et leurs ombelles, se sont bien conservées, et, sous quelques rapports, sont même plus faciles à observer. Il faut un certain degré de durcissement dans l'acide chromique pour les rendre distinctes; le durcissement est-il trop fort, elles deviennent rudes ou comme cotonnées; elles peuvent rester distinctes même dans un œil pas tout à fait frais qui a été durci. Leur épaisseur et leur force peuvent varier beaucoup dans le même œil. Chez les oiseaux, elles sont extrêmement fines, ce que MM. Müller et Heinemann avaient déjà fait remarquer. Elles sont rares dans la Macula lutea, et manquent entièrement dans la Fovea cœca, parce que le nerf optique y manque également; en revanche, elles sont, chez tous les mammifères, très développées dans l'Ora serrata, comme nous le verrons plus tard.

M. Klebs [3] est l'auteur dont l'interprétation des fibres radiales se rapproche le plus

---

[1]) W. Manz, Zeits. f. rat. Med. 1861, 10, p. 319.

[2]) W. Krause, membrana fenestrata 1868, p. 41.

[3]) E. Klebs, zur normalen und pathologischen Anatomie des Auges; Virchow, Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie 1860, 19, p. 324—333, Pl. 7.

de la mienne; mais, en d'autres points, il suit M. Schultze. Suivant lui, l'abondant tissu cellulaire qui, dans le tronc du nerf optique, court parallèlement aux fibres cérébrales, envoie à angle droit vers les faisceaux de ces fibres de forts rameaux assez espacés, qui se résolvent ensuite en un réseau extrêmement fin avec des noyaux libres; plus près de l'œil, les rameaux s'échappent sous des angles aigus, et forment une espèce de gaîne. Dans la Lamina cribrosa, c'est la sclérotique qui fournit une grande partie des fibres transversales, mais les noyaux semblent y manquer. En dedans de la choroïde, les fibres transversales ont la forme et la disposition des fibres radiales de la rétine, et se réunissent sur la surface externe des fibres optiques en un réseau, d'où partent d'autres fibres qui forment encore un réseau dans le Stratum granulosum. Dans le Stratum granulatum internum, les fibres s'écartent les unes des autres et se réunissent de nouveau en s'étalant pour former la Membrana limitans externa; de la surface externe de cette membrane les fibres radiales partent sous forme de filaments de bâtonnets. M. Klebs pense cependant qu'il en est autrement près de l'entrée du nerf optique et à la périphérie de la rétine, et que, selon toute probabilité, les bâtonnets ne sont pas nerveux.

J'ajouterai encore, en ce qui concerne les observations que j'ai faites à l'égard d'une liaison entre les fibres radiales et les lamelles de l'humeur vitrée (voir Pag. 69 Rem.), que M. Iwanoff[1] décrit chez l'homme une hypertrophie avec des excroissances sur la surface interne de l'Hyaloidea, depuis les fibres radiales jusque dans l'humeur vitrée.

Si l'on considère les fibres radiales comme un névrilème, on trouvera aussi que la dénomination allemande de *„Stützfasern, Stützgewebe, bindegewebig elastischer Stützapparat"* (Remak), ne convient pas; cette expression ne peut guère s'appliquer à un névrilème qui entoure des nerfs, et, en raison de leur mollesse et de leur finesse, qui finit par devenir plus grande que celle des fibres cérébrales elles-mêmes, les fibres radiales ne sauraient servir de soutien ni aux nerfs ni à d'autres éléments de la rétine. Quant à dire si cet exposé a quelque importance pour les observations récentes des éléments de tissu cellulaire dans le système nerveux central, mon expérience personnelle ne me permet pas, pour le moment, de me prononcer à cet égard.

7. Membrana limitans interna.

C'est M. Pacini[2] qui a le premier introduit la dénomination de *Membrana limitans;* de même que plusieurs auteurs avant lui, il admet deux membranes distinctes, l'une recouvrant la surface interne de la rétine, et l'autre la surface externe du corps vitré.

---

[1]) A. Iwanoff, zur Histologie des Auges; Graefe, Archiv für Ophthalmologie 1865, 11, 1, p. 143, Pl. 3, Fig. 2.

[2]) F. Pacini, sulla tessitura int. della retina 1845, p. 22.

D'autres observateurs admettent également deux membranes, et supposent la Membrana limitans formée par la réunion des ombelles des fibres radiales. M. Henle[1] considère les deux membranes comme n'en faisant qu'une, qu'il appelle Membrana limitans hyaloidea. Le qualificatif *interna* a sans doute été proposé par M. Schultze, en opposition à sa dénomination de Membrana limitans externa; il admet du reste aussi deux membranes, mais qui sont souvent collées l'une à l'autre, et qui, chez tous les animaux, ou du moins à tous les âges, ne se laissent pas représenter séparément.

D'après les recherches que j'ai faites chez les quatre classes des vertébrés, il n'y a qu'une seule membrane, mais qui est revêtue d'un epithelium sur sa surface interne. Elle est sans structure, sépare la rétine du corps vitré, et s'étend sur toute la surface interne de la rétine, par conséquent aussi à l'entrée du nerf optique, dans toute la Macula lutea et la Fovea cœca. Lorsqu'on ouvre un œil frais ou durci, la membrane accompagne tantôt la rétine, tantôt le corps vitré, sans qu'on puisse indiquer la raison de cette différence. Sur les sections verticales, elle apparaît en général chez tous les vertébrés sous forme d'un double contour sombre bien marqué, et a donc une certaine épaisseur, qui varie même en différents points; M. Schultze n'indique qu'un simple contour. Lorsqu'elle a été séparée avec violence de la rétine, sa surface externe devient frangée, comme M. Kölliker[2] l'a déjà représenté, et comme d'autres auteurs, entre autres M. Schultze, l'ont aussi plus tard fait remarquer. Ces franges sont les fibres radiales arrachées qui commencent en forme d'ombelles en dehors de la membrane; c'est ainsi que, dans ce qui précède, nous avons décrit les gaînes de tissu cellulaire, en forme d'arc ou d'anneau, qui entourent deux par deux les faisceaux contigus du nerf optique, les rameaux des ombelles se réunissant comme en une tige pour pénétrer ensuite extérieurement dans la rétine. Les ombelles, qui sont tantôt plus fortement tantôt plus faiblement développées, sont reliées plus ou moins solidement à la surface externe de la membrane.

M. Remak[3] dit des fibres radiales qu'elles forment la membrane par de larges expansions très serrées et quelquefois anastomosées, interprétation inexacte qui a été adoptée par MM. Blessig, Funke, Manz, Retzius et autres auteurs. M. Schultze, qui suppose que la membrane constitue une partie intégrante de la rétine, sans pourtant la regarder comme une membrane dans le sens strict du mot, croit bien qu'elle est formée par la fusion des bases de tous les cônes ou de toutes les ombelles, mais qu'il peut cependant s'y trouver des ouvertures, lorsque les bases de tous les cônes ne se touchent pas; M. Hasse[4] dit avoir vu de semblables solutions de continuité. M. Schultze[5] se contredit

---

[1]) J. Henle, Eingeweidelehre 1866, p. 641.

[2]) A. Kölliker, mikr. Anat 1854, 2, 2, p. 680, Fig. 406.

[3]) R. Remak, allg. med. Centralzeitung, 4 Januar 1854.

[4]) C. Hasse, Zeits. für rat. Med. 1867, 29, p. 266.

[5]) M. Schultze, de retinæ structura 1859, p. 9; Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 264; Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1017.

lui-même, lorsqu'il dit de la Macula lutea que les fibres radiales n'y sont que peu développées, mais que la membrane s'en laisse détacher, et est très résistante. Bien qu'il ajoute que la surface externe de la membrane est rude aussi dans la Macula lutea, rudesse due, il est vrai, non à de véritables fibres radiales, mais à un tissu cellulaire, le manque complet de fibres radiales dans la Fovea cœca et tout autour est cependant contraire à son hypothèse; j'ai souvent vu la membrane, avec sa surface externe lisse, tendue comme un pont sur la Fovea elle-même, et c'est pourquoi il n'y peut être question d'attribuer aux fibres radiales une part quelconque dans la formation de la membrane. Il en est de même à l'entrée du nerf optique; la membrane y est très distincte, mais les fibres radiales y sont encore réunies en anneaux autour des faisceaux du nerf optique, et ces anneaux ne se sont pas encore ouverts extérieurement, de manière que les gaînes contiguës puissent former des ombelles, et les bases des ombelles, une membrane cohérente. La circonstance qu'une membrane lisse sans structure tirerait son origine d'un élément fortement fibreux, est également contraire à l'hypothèse que la membrane proviendrait des fibres radiales. D'après les recherches de M. Müller, les réactions chimiques devraient aussi être différentes, ce que M. Retzius conteste.

On n'a pas réussi non plus, par des préparations spéciales, à démontrer que la membrane tire son origine des fibres radiales. M. Schelske[1] l'a traitée par le nitrate d'argent, d'où résulte sur sa surface interne une mosaïque composée de petits compartiments, dont la grandeur augmente depuis la Macula lutea jusqu'à l'Ora serrata, et atteint son maximum sur les gros vaisseaux. Il croit que les compartiments sont formés par les fibres radiales, dont les bouts composent la membrane, qui ainsi ne pourrait être une lamelle vitrée indépendante sans structure; les stries qui entourent les compartiments proviennent d'une substance intermédiaire colorée. Il suppose d'ailleurs que les fibres radiales peuvent se terminer de différentes manières dans la membrane, soit par des plaques ou des renflements, chaque fibre faisant partie de plusieurs plaques, soit par des houppes. M. Hasse[2] a trouvé des compartiments analogues sur les préparations alcooliques, et il les représente vus de dehors. M. Henle[3] les reproduit, suivant l'insertion des fibres radiales, en rangées formant un réseau sombre avec des espaces clairs, sans cependant indiquer la méthode de préparation, ni admettre leur formation par les ombelles des fibres radiales; il pense que les lignes réticulaires ne sont pas dues à la précipitation de l'argent, parce que d'autres précipités granulés se logent également dans des lignes ramifiées et anastomosées. M. Retzius[4], à l'exposé historique duquel nous renvoyons, se sert soit de l'argenture,

---

[1]) R. Schelske, über die Membrana limitans der menschlichen Netzhaut; Virchow, Archiv für pathologische Anatomie 1863, 28, p. 482, Pl. 14, Fig. 1—4.

[2]) C. Hasse, Zeits. f. rat. Med. 1867, 29, Pl. 7, Fig. 3.

[3]) J. Henle, Eingeweidelehre 1866, p. 657, Fig. 508, A. p. 662 Anm.

[4]) G. Retzius, om membrana limitans retinæ interna; nordiskt medicinskt Arkiv 1871, 3, Nr. 2.

soit du durcissement par l'acide hyperosmique, ou bien encore des deux méthodes réunies, et crée ainsi des formes qui, tout en n'étant que des produits artificiels, sont très instructives pour l'étude des conditions anatomiques des fibres radiales. Il a trouvé que les bouts intérieurs étalés en forme de cône ou d'entonnoir des fibres radiales (c'est-à-dire la partie qui en constitue au contraire l'origine) se terminent par un disque; à chaque disque terminal, comme il les appelle, répond une expansion d'une fibre radiale, et tous ces disques forment ensemble la Membrana limitans interna, qui, pour cette raison, lorsqu'on la regarde de sa surface interne, est, chez tous les vertébrés, divisée en une quantité de compartiments irréguliers, à contours plus ou moins ondulés ou rectilignes. Il a réussi, sur une grande étendue, à isoler ces disques avec leurs fibres radiales, et l'on peut, sur ces corps allongés en forme de trompette, voir le long de la partie en entonnoir des sillons qui répondent aux sinuosités des bords des disques, ou rencontrer de petits fragments de disque sur les fibres qui composent les ombelles. Toutefois, M. Retzius ne peut décider si les disques terminaux constituent le couvercle des bouts en entonnoir, ou seulement la base des corps solides en forme d'entonnoir ou de cône. Sur les coupes horizontales de la rétine du cheval, M. Sirena[1] a trouvé que les fibres radiales forment également des polygones qui répondent ainsi aux formes que la Membrana limitans interna présente à sa surface.

Comme M. Retzius mentionne que les bords des disques ont un double contour, ce fait est la meilleure preuve que nous avons affaire à une partie de la Membrana limitans interna, mais qui seulement a été collée à l'origine en forme d'entonnoir ou d'ombelle des fibres radiales. Ainsi que je l'ai déjà indiqué dans la première partie de ce mémoire, les fibres radiales, par suite de leur nature semblable à celle du tissu cellulaire (peut-être aussi élastique) se contractent par le durcissement de l'œil; la contraction s'étend aussi à leurs ombelles et de là à la petite portion de la membrane qui est unie à la base de ces dernières, union que sans doute le durcissement seul rend si forte. Il en résulte que toute la surface interne de la membrane a l'air d'être divisée en petits compartiments avec une concavité plane au centre, comme je l'ai représenté chez la grenouille et l'homme (Pl. II, Fig. 13; Pl. IV, Fig. 41); mais la membrane ne présente cet aspect que dans les yeux durcis, jamais ou très rarement dans les yeux frais. Plonge-t-on une pareille préparation dans une solution argentique, l'argent se précipite de préférence sur les bords saillants des compartiments, et l'on obtient ainsi un disque terminal; celui-ci se détache-t-il en même temps que l'ombelle et les prolongements extérieurs des fibres radiales, qui forment comme la tige servant de support à l'ombelle, on obtient les corps en forme de trompette que M. Retzius a exactement décrits et représentés, par ex. Fig. 5, a, a, mais qui naturellement ne sont pas des corps solides. On comprend donc

[1]) Santi Sirena, Würzb. Verh. 1871, 2, p. 36.

pourquoi M. Retzius n'est pas parvenu à argenter la membrane dans la Maculea lutea, parce que les fibres radiales, comme nous l'avons montré plus haut à l'occasion d'une observation analogue de M. Schultze, manquent dans la Fovea coeca et son entourage immédiat, et ne peuvent par conséquent contribuer à donner à la membrane un aspect aréolaire. M. Retzius n'a pas mieux réussi à représenter des disques terminaux à l'entrée du nerf optique, parce que les fibres radiales n'y forment pas encore des ombelles; d'ailleurs la membrane, en ce point, tient toujours plus faiblement à la rétine et n'y est pas collée. Sur l'Ora serrata, au contraire, il a trouvé, chez les poissons et la grenouille, que les disques étaient plus réguliers et plus petits; la raison en est que les fibres radiales y sont très développées, et qu'elles peuvent par suite, par leur contraction, exercer une plus grande influence sur la membrane. Chez les oiseaux, il a trouvé que les disques étaient petits, mais la raison n'en est pas celle qu'il donne, à savoir que les éléments de la rétine des oiseaux sont petits, ce qui n'est pas le cas; les bâtonnets du moins sont bien plus fins chez les mammifères et même chez certains poissons; les fibres radiales, prises séparément, ne sont pas plus fines que chez d'autres animaux, mais les ombelles initiales en sont très petites et si difficiles à distinguer, que je n'ai pas osé les représenter d'après les observations que j'ai faites; il en résulte que la liaison des ombelles avec la membrane est peu intime. M. Retzius dit d'ailleurs à plusieurs reprises qu'à chaque fibre radiale correspond un disque, ce qu'il faut sans doute comprendre de cette manière, qu'à chaque disque correspond un faisceau de fibres radiales, qui commence en ombelle en dehors de la Membrana limitans interna. Chez le bœuf, j'ai pu isoler toutes les fibres d'une ombelle, et les voir chacune terminée par un petit disque; mais ces disques, cela va sans dire, étaient bien plus petits que ceux que représente M. Retzius, parce qu'ils étaient collés à une seule fibre et non à un faisceau.

Après avoir ainsi montré que la Membrana limitans interna est une membrane sans structure et indépendante, qui seulement dans certaines circonstances est collée aux ombelles des fibres radiales, qu'il me soit permis de dire quelques mots des grandes cellules épithéliales que j'ai trouvées sur sa surface interne.[1] L'existence en a été confirmée plus tard par un grand nombre d'observateurs, mais, suivant leurs vues différentes sur la Membrana limitans interna et une membrane particulière, la Membrana hyaloidea (dont je n'admets pas l'indépendance), elles ont été transférées tantôt sur la surface interne de la Membrana hyaloidea, tantôt sur sa surface externe, ou enfin considérées par quelques-uns comme formant une membrane complète sur la surface interne de la Membrana limitans interna. M. Retzius a également donné de cette question un bon exposé historique auquel je renvoie, mais il pense que la formation épithéliale dont il s'agit est

[1]) A. Hannover, über die Netzhaut und ihre Gehirnsubstanz bei Wirbelthieren mit Ausnahme des Menschen; Müller, Archiv für Anatomie und Physiologie 1840, p. 328, 333, 336, 340; Recherches microscopiques sur le système nerveux 1844, p. 43, 46, 52, 54, Pl. 5, Fig. 62, a.

due à des disques terminaux arrachés des fibres radiales, de même qu'il a quelquefois aussi obtenu des dessins analogues, qui étaient seulement basés sur des groupes argentés ou non argentés de globules sanguins blancs; les globules rouges peuvent aussi produire des groupes semblables, mais ils sont cependant plus faciles à reconnaître comme tels. M. Retzius croit notamment que l'hypothèse d'un grand epithelium à noyaux, qui a été observé par bien d'autres que par moi, s'accorde difficilement avec la réalité. Pour combattre cette opinion, je rappellerai la description que j'ai donnée auparavant de l'epithelium. Chez les poissons, j'ai trouvé dans l'Hyaloidea en partie des fibres très fines, en partie de grandes cellules transparentes à six faces dont les plus grandes étaient munies d'un noyau rond; dans le corps vitré, j'ai remarqué des corps ronds granulés dont naissaient des fibres. Chez la grenouille, des corps ronds granulés nageaient dans le corps vitré; de quelques-uns sortaient des fibres. Chez les oiseaux, l'Hyaloidea se composait de cellules à six faces, transparentes et très délicates, avec un noyau rond assez gros dans les plus grandes; elles étaient environ 2—3 fois plus grandes que les cellules du pigment; lorsqu'elles avaient été dérangées par la préparation, elles ressemblaient au premier coup d'œil à des cellules cérébrales, mais elles étaient beaucoup plus grandes, adhéraient les unes aux autres et étaient anguleuses; leurs noyaux étaient aussi plus gros. On ne réussit que rarement à voir les cellules de l'Hyaloidea chez les oiseaux. Enfin, chez les mammifères, l'Hyaloidea se composait de très grandes cellules à six faces, dont j'avais eu souvent l'occasion d'observer les parois situées dans des plans différents; je les ai surtout vues très distinctement chez le cochon; elles renfermaient de gros noyaux ronds, dont naissaient des fibres fines. A ce qui précède, je puis ajouter quelques observations postérieures concernant le bœuf et le lapin. Chez le bœuf, j'ai trouvé dans la membrane claire sans structure quelques globules ronds irrégulièrement espacés. Chez le lapin, j'ai observé, immédiatement en dedans de la Membrana limitans interna, de très grandes cellules claires avec de très gros noyaux et de gros corps de noyau; en plusieurs endroits, il n'y avait que des noyaux, la membrane cellulaire ayant sans doute été détruite; par leur grandeur et leur transparence, les cellules se distinguaient facilement des cellules cérébrales et des cellules épithéliales des vaisseaux; leur diamètre était de $0,^{mm.}027$, et celui des noyaux, de $0^{mm.},014$; je les ai observées aussi bien isolées que réunies. Je dois en outre, à l'égard des observations de M. Retzius, faire remarquer que, dans mes premières recherches sur la rétine, je ne me suis jamais servi d'aucun réactif, mais j'ai toujours examiné la rétine chaude ou immédiatement après la mort de l'animal, sans même recouvrir la préparation d'une plaque de verre. Il ne peut donc être question d'aucune fausse apparence provenant de la préparation. Les cellules sont ensuite généralement grandes, transparentes et à six faces, le plus souvent munies d'un noyau rond, caractères dont aucun ne s'accorde avec ceux des disques terminaux de M. Retzius, lesquels sont une suite de la préparation. Dans mes premières recherches sur la rétine, je l'ai toujours

observée de face (sur son côté interne ou externe), et comme je ne l'étudiais qu'à l'état frais et mou, je n'ai pu pratiquer des coupes verticales, méthode dont j'ai au contraire fait usage dans le présent travail, pendant lequel je ne me suis guère occupé du corps vitré; mais, après tant d'années écoulées, j'ai encore clairement devant les yeux les parois des cellules, situées dans des plans différents.

D'après l'exposé qui précède, la Membrana limitans interna est donc une membrane (séreuse) indépendante et sans structure, avec une couche épithéliale simple sur sa surface interne, et il n'existe aucune Membrana hyaloidea distincte, à moins qu'onne veuille, avec M. Krause [1], regarder la couche épithéliale comme la Membrana hyaloidea. Les observations relatives à l'existence d'une couche épithéliale sur la surface externe de la Membrana limitans interna, doivent sans doute être interprétées de la même manière que celle de M. Steinlin l'a été par M. Krause, c'est-à-dire comme se rapportant à des débris de fibres radiales. Comment faut-il considérer la couche épithéliale dans son rapport avec la Membrana limitans interna, c'est un point qui n'est pas tout à fait clair. Qu'elles constituent toutes deux un tout, cela semble probable; mais il reste alors à savoir si elles appartiennent toutes deux à la rétine ou au corps vitré. La circonstance que la membrane est en connexion étroite avec la rétine par les fibres radiales qui y sont collées, n'est pas une preuve qu'elle appartienne à la rétine; car cette connexion peut s'être établie dans une période ultérieure du développement, et elle n'est pas toujours ni partout également intime. Si l'on conçoit le corps vitré comme une cyste séreuse, on pourrait, par analogie avec d'autres cystes séreuses munies d'un epithelium pavimenteux sur leur surface interne, considérer la membrane comme la matrice du contenu de la cyste, mais alors la Membrana limitans interna ne peut plus être décrite comme appartenant à la rétine.

La ressemblance que MM. Henle et Merkel [2] ont cru voir entre la membrane externe du cervelet et les prolongements qui en partent, d'une part, et la Membrana limitans interna avec les fibres radiales, d'autre part, les a déterminés à examiner l'œil à ce point de vue. Ils ont alors trouvé entre la membrane et les fibres radiales un intervalle, qui, une fois même, était rempli de corps qu'ils ont pris pour des corps lymphatiques, et ils en ont conclu qu'il y avait un espace lymphatique entre les dites parties. Il n'est pas certain que M. Robin [3] ait observé quelque chose d'analogue dans un fœtus de 8 mois; il a trouvé que la Membrana limitans interna se transformait rapidement en un nombre considérable de vacuoles remplies d'un liquide clair considéré par lui comme cadavéreux.

---

[1]) W. Krause, membrana fenestrata 1868, p. 43.

[2]) J. Henle und F. Merkel, über die sogenannte Bindesubstanz der Centralorgane des Nervensystems; Henle und Pfeuffer, Zeitschrift für rationelle Medicin 1869, 34, p. 62, Tab. 4, Fig. 11, 12.

[3]) C. Robin, Anatomie et physiologie cellulaires 1873, p. 127, Fig. 19.

Les calottes ont du reste été étudiées et représentées par plusieurs observateurs, mais non reconnues comme telles. M. Kölliker[1] considère le cône entier comme une cellule à noyau; la calotte devient le corps de la cellule, et le cône en est un prolongement creux. Sur les dessins de MM. Blessig[2] et Manz,[3] relatifs à l'homme et à la grenouille, les calottes sont reproduites bien distinctement. M. Müller[4] les mentionne aussi chez les poissons comme des cellules à noyau, mais, sur ses figures, elles sont représentées tantôt sphériques, tantôt en forme de lancette; il parle aussi d'un noyau chez l'homme. Il dit également que la rangée extérieure des globules, chez l'homme, apparaît quelquefois comme une lisière plus claire, que M. Pacini a même désignée sous le nom particulier de *Stratificatio complementaria,* et M. Henle[5] prétend que les globules les plus voisins de la Membrana limitans externa, tant chez les animaux que chez l'homme, sont, mais seulement par exception, plus grands et plus clairs que les autres globules; il les décrit comme bulbiformes, le côté plat regardant la Membrana limitans externa, et étirés en pointe intérieurement; on les trouve fixés à des cônes détachés, et ils apparaissent comme des cellules munies d'un noyau qui en remplit tout l'intérieur. Il les a représentés chez le porc, et l'on voit distinctement une rangée de calottes claires, qui, en raison de leur quantité, donnent lieu de supposer que les cônes, chez le porc, sont bien plus nombreux que les bâtonnets. M. Hasse[6] décrit également les calottes chez l'homme comme des cellules rondes ou ovales avec un gros noyau, et les représente avec un col en dedans de la Membrana limitans externa. M. Landolt[7] représente, chez la grenouille, une calotte qui est divisée suivant sa longueur, mais son dessin n'est pas exact; de même, M. Schultze, sur diverses de ses figures relatives à l'homme et à plusieurs animaux, représente le noyau trop fortement saillant, si d'ailleurs il existe. On voit du reste chez divers animaux, près de la Membrana limitans externa, une lisière claire, due sans doute à la circonstance que la coupe n'est pas tout à fait verticale, mais un peu oblique.

Les autres corps qui se trouvent dans cette couche ne méritent pas chez tous les animaux le nom de globules; car, chez la grenouille, ils constituent de véritables cellules avec un noyau et un corps de noyau, et sont liés aux cônes par un filament. Ce sont peut-être ces cellules que M. Manz[8] a observées, lorsqu'il dit de la grenouille que quelques globules étaient entourés d'un halo clair, et que d'autres avaient des prolongements qui pouvaient se ramifier. M. Henle[9] a trouvé une fois chez l'homme que les globules

[1]) A. Kölliker, mikr. Anat. 1854, 2, 2, p. 657.
[2]) R. Blessig, de retinæ textura 1855, Fig. 1, 2, d, coni granum cum nucleo.
[3]) W. Manz, Zeits. f. rat. Med. 1861, 10, Tab. 8, Fig. 1, 3.
[4]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, Tab. 1, Fig. 1, 2, 3, Tab. 2, Fig. 15, 16, 17, 21; p. 52.
[5]) J. Henle, Eingeweidelehre 1866, p. 649, Fig. 650.
[6]) C. Hasse, Zeits. f. rat. Med. 1867, 29, p. 250, Tab. 7, Fig. 6.
[7]) E. Landolt, Archiv f. mikr. Anat. 1871, 7, Tab. 9, Fig. 2.
[8]) W. Manz, Zeits. f. rat. Med. 1861, 10, p. 311.
[9]) J. Henle, l. c.

voisins. Suivant M. Landolt,[1] les filaments des bâtonnets et des cônes s'écartent pour recevoir un globule; dans les parties centrales de la rétine de la grenouille, ils reposent dans un réseau à mailles; il ne pense pas cependant que les globules soient entourés de filaments longitudinaux, mais d'une membrane fine avec des trous.

M. Henle[2] décrit les grains des bâtonnets chez l'homme et les mammifères (il regarde à tort les grains des cônes ou les calottes comme des exceptions) comme des ellipsoïdes empilés en quinconce, et dont le grand axe est perpendiculaire à la surface de la rétine, forme et disposition que je ne puis confirmer. Il a trouvé dans chaque grain trois stries transversales, alternativement claires et foncées, et qui sont seulement visibles lorsqu'on regarde le grain de côté, non de la pointe. Ces stries ont aussi été observées par M. Ritter,[3] mais seulement dans des yeux frais et surtout chauds, condition à laquelle M. Henle ne paraît pas attacher de l'importance, comme il représente même les stries d'un œil de veau durci dans l'alcool. M. Ritter les a également vues dans des yeux qui avaient été conservés longtemps dans l'alcool et l'eau, et il croit que la rangée de grains intérieure et souvent aussi l'extérieure n'ont pas de stries transversales; il les considère du reste comme des amas en forme de disque d'une substance chimique déterminée. M. Hasse[4] a trouvé ordinairement deux stries transversales tant sur les yeux frais que sur ceux qui avaient été traités par des réactifs, mais elles manquaient cependant dans d'autres cas. M. Krause[5] les a vues notamment après avoir employé divers acides; elles étaient cependant surtout distinctes chez l'homme à l'état frais, et il y en avait jusqu'à cinq; il les a aussi observées chez des lapins nouveau-nés; le corps de noyau en est dépourvu. Mais il a en même temps constaté une striure transversale encore plus fine sur les grains dits de cône, non-seulement chez les mammifères, mais aussi chez plusieurs oiseaux de proie et chez la poule. Il attribue à cette disposition une signification dioptrique, tandis que M. Merkel,[6] qui nie l'existence des stries transversales sur les grains des cônes, et dit à tort que M. Krause ne les a pas vues dans la Macula, croit plutôt qu'elles diminuent la netteté de l'image. Chez les mammifères, M. Schultze[7] a bien vu des stries transversales en nombre variable, mais, dans son dernier travail, il les regarde comme une conséquence de la mort, due à une division du noyau ou du

---

[1]) E. Landolt, Archiv f. mikr. Anat. 1871, 7, p. 85—88.
[2]) J. Henle, über die äussere Körnerschicht der Retina; Göttinger Nachrichten 1864, Nr. 7, p. 121, Nr. 15, p. 306; Eingeweidelehre 1866, p. 647, Fig. 496, 497.
[3]) C. Ritter, Archiv f. Ophth. 1865, 2, 1, p. 89, Tab. 3, Fig. 1—4.
[4]) C. Hasse, Zeits. f. rat. Med. 1867, 29, p. 247.
[5]) W. Krause, membrana fenestrata 1868, p. 32, 35, Tab. 1, Fig. 6, 7, Tab. 2, Fig. 24, 25, 26, 28, 36, p. 48.
[6]) F. Merkel, macula lutea 1869, p. 7.
[7]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 219, Tab. 14, Fig. 8, c; Strickers Handbuch 1872, 2, p. 995.

contenu. Quoiqu'on puisse voir sur la surface des grains un reflet variable, qui peut presenter l'apparence d'une striure transversale, ainsi que je l'ai observé chez le bœuf (Pag. 56), je crois cependant que tout ce phénomène, qui est si peu constant, est une suite ou de la mort, ou d'un durcissement inégal, ou de l'éclairage; je ne crois pas non plus qu'il y ait à cet égard une différence chez les différents animaux, tandis que MM. Henle et Ritter nient l'existence de ce caractère chez les oiseaux, la grenouille et les poissons.

Relativement aux éléments filamenteux de la couche, remarquons d'abord que plusieurs observateurs ont supposé qu'il y avait aussi des fibres radiales dans le Stratum granulatum externum, et qu'elles étaient en communication avec les bâtonnets et les cônes, comme nous l'avons mentionné en parlant de ces fibres. Même après qu'il a été reconnu qu'il n'existait pas entre eux de communication directe, M. Schultze,[1] tout en admettant que quelques fibres radiales se terminaient dans la *„Zwischenkörnerschicht“* (Membrana intermedia), a cependant supposé que d'autres allaient plus loin. Il les représente ainsi traversant la Membrana intermedia chez la grenouille, la raie, la chouette et le mouton, pour en partie aller s'attacher à la surface interne de la Membrana limitans externa, et en partie se terminer avant d'y arriver. Suivant lui, les fibres forment autour des globules des capsules membraneuses, et ne s'arrêtent pas même à la Membrana limitans externa, mais se continuent jusqu'aux cônes, où nous les retrouverons plus tard. M. Landolt[2] décrit chez le triton et la salamandre des corps particuliers en forme de cornue, qui descendent entre les globules comme une continuation des fibres radiales, en venant de la Membrana intermedia, qu'il appelle à tort Granulosa externa. Si l'on se rappelle que la Membrana intermedia est une membrane solide, il n'est pas facile de comprendre comment les fibres radiales pourraient la perforer.

Il n'y a, par contre, aucun doute quant à la présence des deux autres éléments filamenteux, et M Henle[3] est peut-être le seul qui n'admette pas dans la couche d'autres filaments que ceux des cônes, et qui considère les filaments des bâtonnets comme des produits artificiels, provenant d'une coagulation; M. Steinlin[4] seulement semble partager cette manière de voir, comme il est d'avis que les bâtonnets ne sont pas en rapport avec les globules du Stratum granulatum externum, et qu'il étend cette règle à tous les vertébrés. Mais les deux espèces de filaments se rencontrent partout où il y a des bâtonnets et des cônes, bien qu'ils puissent être cachés par les globules de la couche.

Les filaments des cônes partent des calottes, et sont donc plus courts que ceux des bâtonnets dans les localités où ils se trouvent réunis, ces derniers commençant immédiatement

[1]) M. Schultze, de retinæ structura 1859, Fig. 4, 5; Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 266, Tab. 9, Fig. 11, d, Tab. 11, Fig. 3, 4; Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1018, Fig. 360.

[2]) E. Landolt, Archiv f. mikr. Anat. 1871, 7, p. 85—88, Tab. 9, Fig. 4.

[3]) J. Henle, Göttinger Nachrichten 1864, Nr. 7, p. 123, Nr. 15, p. 309, 318, 321; Eingeweidelehre 1866, p. 652.

[4]) D'après C. Hasse, Zeits. f. rat. Med. 1867, 29, p. 245.

à la Membrana limitans externa. L'épaisseur de la couche entière se détermine d'après la longueur variable des filaments chez les différents animaux ou dans le même œil. La longueur décroît en général d'arrière en avant dans l'œil; les filaments les plus longs se trouvent dans la Macula lutea. Les filaments des cônes sont d'ordinaire plus épais que ceux des bâtonnets, mais lorsqu'on les voit en masse à côté les uns des autres, il est difficile de les distinguer. Les filaments sont lisses, et sans varicosités; c'est seulement chez les poissons, mais rarement, que j'ai trouvé sur les filaments des bâtonnets de petits renflements outre le grain de bâtonnet proprement dit, qui tantôt est intercalé dans le parcours du filament, tantôt y est collé, ou bien encore y est suspendu par un petit pédoncule, qui peut rester fixé au filament après la chute du grain. Entre les globules et entre les filaments il y a un intervalle distinct, qui doit être rempli par une masse transparente demi-fluide, et, suivant toute probabilité, constituer la base des gaînes hyalines que M. Merkel [1] mentionne comme entourant les filaments des cônes, et s'étendant ensuite dans le Stratum granulatum internum, par conséquent à travers la Membrana intermedia. M. Merkel croit que si les filaments n'avaient pas un caractère si marqué d'éléments nerveux, surtout à cause de ces gaînes qui les isolent, on pourrait être tenté de placer la terminaison des nerfs dans la Membrana intermedia. Mais il est hors de doute que les gaînes sont un produit de coagulation et par suite artificiel, de même que M. Steinlin [2] a déjà fait remarquer que les filaments des cônes changent d'aspect par la coagulation du tissu cellulaire mou qui en remplit les interstices. M. Schultze [3] pense que les gaînes se divisent en fibrilles extrêmement fines, qui s'attachent isolément à la Membrana limitans externa.

On a attaché une trop grande importance à la manière dont les filaments des bâtonnets et des cônes se terminent vers la Membrana intermedia. Cela vient surtout de ce qu'on a considéré ces filaments comme des éléments nerveux, et voulu les mettre en rapport avec d'autres éléments nerveux en dedans de la Membrana intermedia. M. Müller [4] ne mentionne pas la terminaison des filaments des bâtonnets chez les poissons; les filaments des cônes se terminent, suivant lui, en un petit tubercule rond ou triangulaire; sur ses dessins, les bouts sont lancéolés. Chez la grenouille et les oiseaux, il ne parle d'aucune terminaison des filaments. Chez l'homme, il indique un renflement sur les filaments des cônes, comme chez les poissons; sur d'autres préparations, ce renflement manquait ou il y en avait plusieurs à la suite les uns des autres, comme des varicosités.

---

[1]) F. Merkel, macula lutea 1869, p. 10, Tab. 1, Fig. 5.

[2]) W. Steinlin, über Zapfen und Stäbchen der Retina; Schultze, Archiv für mikroskopische Anatomie 1868, 4, p. 15.

[3]) M. Schultze, neue Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Retina des Menschen; Schultze, Archiv für mikroskopische Anatomie 1871, 7, p. 249, Tab. 20, Fig. 18.

[4]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 16, Tab. 1, Fig. 1, 3, p. 53. Voir aussi A. Kölliker, mikr. Anat. 1854, 2, 2, p. 677, Fig. 404.

D'après mes observations sur les quatre classes des vertébrés, les filaments des bâtonnets et des cônes, comme je l'ai décrit plus haut, vont se fixer à la surface externe de la Membrana intermedia, les premiers directement, les seconds par une attache plus large. Toutes les diverses formes que nous venons de passer en revue, ne sont en réalité que des produits artificiels, et dépendent de la manière dont la préparation a été étendue dans le sens de la largeur ou de la longueur, ou dont les filaments des bâtonnets et des cônes ont été arrachés, ou leurs extrémités, déplacées, circonstances du reste sans importance, du moment qu'on ne peut pas prouver que les filaments sont en communication avec les éléments situés en dedans de la Membrana intermedia. Quant à la structure des filaments et au caractère nerveux qu'on a voulu leur attribuer, nous en parlerons plus tard.

9. Membrana limitans externa.

Cette membrane apparaît en coupe verticale comme une ligne à simple ou à double contour, quelquefois comme un fil de perles, et c'est pour cela que MM. Müller et Kölliker l'ont présentée comme une *„Begrenzungslinie der Stäbchenschicht"* ou une *„Stäbchenkörnerlinie"*; si la coupe est oblique, la ligne s'élargit. Celle-ci est la section d'une membrane indépendante, que M. Remak [1] avait déjà reconnue comme telle; M. Schultze [2] lui a donné plus tard le nom peu heureux de Membrana limitans externa, comme si extérieurement elle limitait la rétine dans le même sens que la Membrana limitans interna intérieurement. Il suppose également que la Membrana limitans externa est une expansion des fibres radiales, mais cette opinion n'est pas soutenable, du moment que ces fibres, ainsi que je l'ai fait voir, s'arrêtent déjà à la Membrana intermedia. Lorsqu'elles manquent, M. Schultze est aussi obligé d'avoir recours au tissu cellulaire qui, suivant lui et M. Merkel, entoure les globules et les filaments du Stratum granulatum externum. Ici comme ailleurs, j'ai cependant conservé l'ancienne dénomination.

Je n'ai pas réussi à isoler la membrane, mais j'ai souvent eu l'occasion de l'observer de sa surface interne, qui est couverte de petits monticules disposés assez régulièrement en quinconce et représentant les calottes des cônes. C'est peut-être cet aspect qui a porté M. Schultze à comparer la membrane avec une planche à mettre les œufs, la couche extérieure des globules du Stratum granulatum externum (les calottes) devant représenter les œufs, comparaison dont s'est aussi servi M. Manz, [3] qui s'est figuré la membrane comme un réseau de fibres, mais si serré, qu'on pourrait tout aussi bien supposer une membrane percée de trous dans lesquels plongeraient les grains des bâtonnets

---

[1]) D'après Kölliker, mikr. Anat. 1854, 2, 2, p. 682. Cfr. p. 117 du présent mémoire.
[2]) M. Schultze, de retinæ structura 1859, p. 16.
[3]) W. Manz, Zeits. f. rat. Med. 1861, 10, p. 310.

et les cônes. M. Landolt[1] croit aussi que la membrane n'est pas homogène, mais percée d'ouvertures dans lesquelles pénètrent les globules du Stratum granulatum externum. M. Schultze[2] a rectifié plus tard ses vues à ce sujet, et émis l'opinion que les trous de la membrane étaient remplis par les extrémités intérieures des bâtonnets et des cônes, ce que M. Merkel[3] refuse d'admettre, les points noirs de la membrane devant provenir, suivant lui, de l'attache des gaînes de tissu cellulaire qu'il suppose entourer les éléments du Stratum granulatum externum. Il est probable qu'il existe de fines ouvertures par où passent les filaments des bâtonnets, ainsi que je l'ai observé chez le bœuf, mais elles ne sont pas distinctes, et les filaments les traversent sans laisser de traces; mais les cônes ne passent pas à travers la membrane, sur laquelle reposent les calottes; il est facile de s'en assurer lorsqu'une partie de la membrane est détachée, et entoure le cône comme d'un collet en le séparant de sa calotte.

Bien que M. Müller,[4] dans un travail postérieur, doute encore que la membrane soit toujours présente, tous les observateurs en reconnaissent cependant l'indépendance, mais le rôle en est encore incertain. M. Schultze[5] la compare à la couche limite interne des ventricules du cerveau; mais on ne voit pas clairement comment, d'après M. Krause,[6] l'épendyme des ventricules du cerveau répondrait à la surface interne de la feuille intérieure de la vésicule oculaire primitive.

10. Stratum bacillorum et conorum.

Les bâtonnets et les cônes appartiennent aux éléments les plus instables du corps des vertébrés. Voilà surtout pourquoi on n'est pas encore d'accord sur leur structure, et encore moins sur leur signification morphologique et physiologique. Il n'y a aucune partie de la rétine qui ait été l'objet d'un aussi grand nombre d'observations; les difficultés ont rendu les recherches encore plus attrayantes, mais il en est résulté en même temps une divergence considérable dans les opinions; cependant il y a certains points sur lesquels on est assez d'accord.

a) **Bâtonnets.**

La forme primitive des bâtonnets est certainement la colonne. La colonne à six pans est distincte chez la grenouille, où les bâtonnets sont serrés les uns contre les

---

[1]) E. Landolt, Archiv f. mikr. Anat. 1871, 7, p. 88.
[2]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 265; Strickers Handbuch 1872, p. 1018.
[3]) F. Merkel, macula lutea 1869, p. 8, Fig. 2.
[4]) H. Müller, über das Auge des Chamäleon, Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschrift 1862, 3, p. 30 Anm.
[5]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 239, 266.
[6]) W. Krause, membrana fenestrata 1868, p. 34.

ntres. Chez les mammifères, dont les bâtonnets minces laissent entre eux un inter-distinct, la forme en colonne est difficile à reconnaître; la forme des colonnes doit également se modifier lorsque les cônes se glissent entre elles. M. Schultze[1] dit que la partie extérieure des bâtonnets est un peu conique en dehors chez les reptiles, surtout chez les jeunes individus. Je ne l'ai pas observé. Intérieurement, la colonne conserve sa forme chez la grenouille et les mammifères, mais, chez les poissons et les oiseaux, l'extrémité intérieure en devient pointue, et se termine en dedans par un filament délié. Cette forme se voit bien aussi chez la grenouille et les mammifères, mais c'est alors un produit artificiel, ce qui ne semble pas être le cas pour les pointes qu'on observe chez les poissons et les oiseaux. La longueur et l'épaisseur des bâtonnets varient beaucoup dans les différentes classes d'animaux, comme aussi dans la même classe. C'est en général chez les mammifères qu'ils sont les plus minces et les plus courts, mais il y a des poissons chez lesquels ils sont tout aussi minces; on rencontre ordinairement les plus épais chez les reptiles et les poissons cartilagineux. Ils atteignent leur longueur maximum dans la partie postérieure de l'œil, et décroissent dans la partie antérieure.

Chaque bâtonnet se compose de deux parties: une partie extérieure par laquelle il plonge en tout ou en partie dans une cellule de pigment, et une intérieure, par laquelle il touche à la Membrana limitans externa. La séparation n'est d'ordinaire pas visible à l'état frais, mais elle se montre bientôt après la mort comme une rupture transversale. La partie extérieure, qui généralement est la plus grande, est à l'état frais homogène et transparente comme du verre, mais elle se couvre rapidement de stries transversales, et se montre alors composée de tranches empilées les unes sur les autres, et d'épaisseur variable chez les différents animaux. C'est seulement cette partie qui, après la mort ou sous l'action des réactifs, subit les divers enroulements, flexions etc. que l'on connaît, formes qui démontrent la nature changeante des bâtonnets. Cette partie n'est entourée d'aucune membrane particulière. La partie intérieure, au contraire, est un tube formé d'une membrane extrêmement fine et transparente, et d'un contenu à grains très fins. Par suite, elle est ordinairement, à l'état frais, plus pâle et plus molle que la partie extérieure. Lorsqu'elle s'altère, la masse finement granulée se rassemble en général en dehors sous différentes formes, et la membrane mince s'étire en dedans en un filament délié.

On voit par là que MM. Bidder et Blessig[2] n'avaient pas raison en déclarant que les bâtonnets étaient solides, et que M. Kölliker,[3] en les prenant pour des tubes,

---

1) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1867, 3, Tab. 13, Fig. 14; Strickers Handbuch 1872, 2, p. 997, Anm., p. 1007.

2) R. Blessig, de retinae textura 1855, p. 13.

3) A. Kölliker, zur Anatomie und Physiologie der Retina; Würzburger Verhandlungen 185 3, p. 316; mikr. Anat. 1854, 2, 2, p. 658.

autres. Chez les mammifères, dont les bâtonnets minces laissent entre eux un intervalle distinct, la forme en colonne est difficile à reconnaître; la forme des colonnes doit également se modifier lorsque les cônes se glissent entre elles. M. Schultze[1] dit que la partie extérieure des bâtonnets est un peu conique en dehors chez les reptiles, surtout chez les jeunes individus. Je ne l'ai pas observé. Intérieurement, la colonne conserve sa forme chez la grenouille et les mammifères, mais, chez les poissons et les oiseaux, l'extrémité intérieure en devient pointue, et se termine en dedans par un filament délié. Cette forme se voit bien aussi chez la grenouille et les mammifères, mais c'est alors un produit artificiel, ce qui ne semble pas être le cas pour les pointes qu'on observe chez les poissons et les oiseaux. La longueur et l'épaisseur des bâtonnets varient beaucoup dans les différentes classes d'animaux, comme aussi dans la même classe. C'est en général chez les mammifères qu'ils sont les plus minces et les plus courts, mais il y a des poissons chez lesquels ils sont tout aussi minces; on rencontre ordinairement les plus épais chez les reptiles et les poissons cartilagineux. Ils atteignent leur longueur maximum dans la partie postérieure de l'œil, et décroissent dans la partie antérieure.

Chaque bâtonnet se compose de deux parties: une partie extérieure par laquelle il plonge en tout ou en partie dans une cellule de pigment, et une intérieure, par laquelle il touche à la Membrana limitans externa. La séparation n'est d'ordinaire pas visible à l'état frais, mais elle se montre bientôt après la mort comme une rupture transversale. La partie extérieure, qui généralement est la plus grande, est à l'état frais homogène et transparente comme du verre, mais elle se couvre rapidement de stries transversales, et se montre alors composée de tranches empilées les unes sur les autres, et d'épaisseur variable chez les différents animaux. C'est seulement cette partie qui, après la mort ou sous l'action des réactifs, subit les divers enroulements, flexions etc. que l'on connaît, formes qui démontrent la nature changeante des bâtonnets. Cette partie n'est entourée d'aucune membrane particulière. La partie intérieure, au contraire, est un tube formé d'une membrane extrêmement fine et transparente, et d'un contenu à grains très fins. Par suite, elle est ordinairement, à l'état frais, plus pâle et plus molle que la partie extérieure. Lorsqu'elle s'altère, la masse finement granulée se rassemble en général en dehors sous différentes formes, et la membrane mince s'étire en dedans en un filament délié.

On voit par là que MM. Bidder et Blessig[2] n'avaient pas raison en déclarant que les bâtonnets étaient solides, et que M. Kölliker,[3] en les prenant pour des tubes,

---

[1]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1867, 3, Tab. 13, Fig. 14; Strickers Handbuch 1872, 2, p. 997, Anm., p. 1007.

[2]) R. Blessig, de retinæ textura 1855, p. 13.

[3]) A. Kölliker, zur Anatomie und Physiologie der Retina; Würzburger Verhandlungen 1852, 3, p. 316; mikr. Anat. 1854, 2, 2, p. 658.

ne s'est pas moins trompé que M. Manz,[1] qui les regardait comme des vésicules creuses. J'ai moi-même autrefois[2] été porté à considérer les bâtonnets tout entiers comme solides, et essayé de réfuter l'opinion de M. Kölliker, qu'il a toutefois maintenue. M. Kölliker, qui regarde les cônes comme des prolongements tubuliformes de cellules, a placé les bâtonnets dans la même catégorie, et insisté surtout sur leur propriété de devenir variqueux, opinion que j'ai combattue; il n'a cependant pu découvrir aucune membrane particulière, de même que les stries transversales des bâtonnets n'ont aucun analogue chez les fibres nerveuses, dont, suivant lui, ils devraient du reste avoir l'aspect et les caractères. Toutefois, M. Kölliker finit par dire qu'il émet seulement comme une hypothèse que les bâtonnets sont de véritables éléments nerveux; mais cette hypothèse, lui et M. Müller y attachaient alors de l'importance, parce qu'ils voulaient la prendre pour base d'une seconde hypothèse relative à l'activité nerveuse des bâtonnets. Comme l'idée d'assimiler les bâtonnets à des éléments nerveux avait été accueillie avec faveur, il n'y a pas lieu de s'étonner qu'on ait fait de nouveaux efforts dans le même sens, d'autant plus qu'on avait trouvé que les nerfs de la peau se terminaient comme des fibres isolées au milieu des fibres primitives, et avec une petite bouton (Meisner). Sans connaître la différence essentielle entre les parties extérieure et intérieure des bâtonnets chez la grenouille, M. Ritter[3] suppose que les bâtonnets, chez cet animal, se composent d'une membrane extérieure, solide et homogène, fermée en dehors et ouverte en entonnoir en dedans; exactement dans l'axe des bâtonnets, commençant en dehors ou se terminant en une petite cornue ou en un bouton placé ordinairement dans l'entonnoir, il a trouvé une fibre pâle fine qui ressemble à l'axe cylindrique des fibres nerveuses; cette fibre, il la prend pour une continuation on pour la terminaison des fibres radiales nerveuses (auxquelles il donne à tort le nom de fibres de Müller), et il croit qu'elle est probablement de tous côtés entourée de moelle. Chez la poule, il a bien observé la fibre aussi distinctement que chez la grenouille, mais il éprouve quelque incertitude, parce qu'il l'a aussi trouvée dans des cônes; entre les cônes et les bâtonnets, il n'a pu, chez les oiseaux, découvrir de caractères distinctifs certains. Je mentionne cette dernière observation, parce que M. Krause nie bien l'existence de la fibre de Ritter dans les bâtonnets, mais en décrit plus tard une analogue dans les cônes chez les oiseaux. M. Ritter a ensuite observé la fibre chez la baleine et les quatre classes des vertébrés.[4] Cette fibre de Ritter a été contestée et

---

[1]) W. Manz, Zeits. f. rat. Med. 1861, 10, p. 303; il m'attribue, p. 304, une opinion inexacte, comme si je supposais que le contenu qui se décharge de l'extrémité extérieure des bâtonnets, provenait des gaînes du pigment.

[2]) A. Hannover, zur Anatomie und Physiologie der Retina; Erwiederung auf eine Mittheilung des Hrn. Prof. A. Kölliker; Siebold und Kölliker, Zeits. f. wissenschaftliche Zool. 1853, 5, p. 17—25.

[3]) C. Ritter, über den Bau der Stäbchen und äusseren Endigungen der Radialfasern an der Netzhaut des Frosches; Graefe, Archiv für Ophthalmologie 1859, 5, 2, p. 101, Tab. 4, Fig. 10, 12, 17, 20.

[4]) D'après W. Krause, membrana fenestrata 1868, p. 2.

décrite jusque dans ces derniers temps. M. Braun[1] la regarde comme une fissure, et on trouvera un dessin qui y correspond sur ma Pl. II, Fig. 9, e; il connaît cependant la différence entre les parties intérieure et extérieure des bâtonnets, et mentionne que la première, mais non la seconde, se colore en rouge par le carmin chez la grenouille, le brochet, la poule et le lapin. M. Krause[2] a constaté peu après la même différence de coloration par le carmin, mais il nie que la fibre de Ritter, observée par lui dans la partie intérieure du bâtonnet, soit une fissure, et il est disposé à la regarder comme le produit d'une coagulation. M. Manz[3] repousse cette idée, et trouve que la fibre rappelle immédiatement un axe cylindrique, ce qui le porte à la ranger parmi les éléments nerveux, bien qu'il n'y ait pas de chaînon intermédiaire. Il croit même qu'elle a auparavant été vue par moi, mais il doit m'avoir mal compris et m'attribue donc à tort l'opinion qu'il y aurait une fibre de Ritter dans les bâtonnets. On trouvera toutefois une certaine conformité entre sa Fig. 3 et ma Fig. 10, Pl. II, qui indique quelques-unes des altérations de la partie intérieure des bâtonnets chez la grenouille; mais il n'y a rien sur ma figure qui puisse être interprété comme la fibre de Ritter, et je n'ai pas observé dans la vésicule l'extrémité en forme de bouton. Il n'est d'ailleurs pas exact, comme le font M. Manz et plusieurs de ses prédécesseurs, de considérer la partie intérieure des bâtonnets comme une vésicule ouverte en dedans, où pénètrerait la fibre de Ritter en venant du noyau par lequel le bâtonnet est fixé à la Membrana limitans externa, et qu'il représente à tort comme partagé par la Membrana limitans externa en deux moitiés, dont l'une dans la couche des bâtonnets et des cônes et l'autre dans le Stratum granulatum externum. Il faut prendre garde, ajoute M. Manz, de ne pas confondre l'extrémité en forme de bouton de la fibre de Ritter chez la grenouille, laquelle ne devient visible que par l'acide chromique, soit avec le globule brillant qui se trouve à l'extrémité des cônes, et qui perd son éclat et devient invisible par l'acide chromique, soit avec les globules du pigment ou avec les pointes des cônes; sa figure montre, il est vrai, une altération extrêmement prononcée des deux éléments. Remarquons encore que M. Manz donne à tort une section carrée aux bâtonnets de la grenouille. M. Schiess[4] regarde aussi la fibre de Ritter comme une formation normale, qui, suspendue à un grain de bâtonnet, passe comme une fibre axile au milieu de la moelle des bâtonnets; la moelle peut disparaître et la fibre rester, mais les formes de cornue qu'il représente ne sont évidemment pas autre chose que la partie intérieure altérée des bâtonnets. Les observateurs précédents s'en étaient surtout tenus à la grenouille; mais M. Schiess a aussi trouvé une fibre centrale chez la poule, la chèvre et les poissons, et

[1]) G. Braun, eine Notiz zur Anatomie und die Bedeutung der Stäbchenschicht der Retina; Sitzungsberichte der Wiener Academie 1861, 42, p. 15.

[2]) W. Krause, über den Bau der Retinastäbchen beim Menschen; Henle und Pfeuffer, Zeits. für rationelle Medicin 1861, 11, p. 182, Tab. 7 B.

[3]) W. Manz, Zeits. f. rat. Med. 1861, 10, p. 303, 306, 309, 320, Tab. 8, Fig. 1, 3, 4—12.

[4]) Schiess, Zeits. f. rat. Med. 1863, 18, p. 131, Tab. 5, Fig. 2, 3, 5, 6, 11, 13, 14.

M. Hasse [1] chez l'homme, où il regarde la fibre de Ritter comme certaine et constante; sa figure indique cependant plutôt un phénomène optique, et la fibre de Ritter, qu'il représente pendant librement hors d'un bâtonnet, il ne l'a observée qu'une seule fois. Toutefois, il ne peut dire avec certitude si elle existe pendant la vie, parce qu'il ne l'a pas vue dans la rétine fraîche. L'attention de M. Hasse a été appelée sur la fibre par M. Hensen, [2] qui en a constaté l'existence chez la chauve-souris, tant dans la partie intérieure qu'extérieure des bâtonnets, ainsi que chez l'homme. Chez la grenouille, il ne l'a pas trouvée à l'état frais, mais, sur les préparations à l'osmium, il a vu sur les coupes transversales, au centre de la tranche, trois fines ouvertures représentant des sections de fibres. Il ne considère cependant pas la fibre comme une terminaison nerveuse, mais comme une formation analogue aux cils olfactifs, aux baguettes des cellules de Corti dans le limaçon, aux cils de la Crista acustica des ampoules et surtout aux cils de la Lagena des oiseaux. De même que M. Hensen, M. Isaacsohn [3] a vu une fibre axile, tant dans la partie intérieure qu'extérieure des bâtonnets. M. Schultze, [4] au contraire, regarde la fibre de Ritter comme très douteuse, et ne l'a vue ni dans les bâtonnets épais de la grenouille, ni dans les bâtonnets minces d'autres animaux. La seule chose qui pourrait parler en sa faveur, est la courte ligne centrale qu'il a vue dans la mosaïque formée par les sections des bâtonnets chez le cochon d'Inde et la souris. Sa pensée ne devient claire que par l'examen de sa figure; il n'y représente que l'extrémité tournée en dehors des bâtonnets, laquelle peut être pointue, ou munie de facettes qui se rencontrent au centre et, suivant l'éclairage et la distance focale, peuvent apparaître comme une petite surface, une facette ou un point, ainsi que je l'ai représenté d'après des yeux tout à fait frais. [5] En tout cas, il ne pourrait être question ici d'une fibre de Ritter que dans la partie extérieure des bâtonnets. M. Schultze n'a non plus vu de canal ni de fibre axile dans les plaques transversales isolées p. ex. du triton, et il n'en a pas davantage découvert dans les sections transversales des bâtonnets de la grenouille, qu'il avait traités par l'acide hyperosmique et mis ensuite dans la paraffine, méthode de préparation peu concluante et qui n'est guère à recommander. Il a observé la fibre de Ritter chez le Macacus cynomolgus à l'aide du serum iodé, et croit possible qu'elle existe

---

[1]) C. Hasse, Zeits. f. rat. Med. 1867, 29, p. 243, Tab. 7, Fig. 5.

[2]) V. Hensen, über das Sehen in der Fovea centralis; Virchow, Zeits. f. pathologische Anatomie 1867, 39, p. 486, Tab. 12, Fig. 4—6, grossissement de 900—1200. Bemerkungen zu W. Krause, die Membrana fenestrata der Retina; Schultze, Archiv für mikroskopische Anatomie 1868, 4, p. 347.

[3]) H. Isaacsohn, Beitrag zur Anat. d. Retina 1872, p. 13.

[4]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 219, Tab. 14, Fig 5; über Stäbchen und Zapfen der Retina; ibidem 1867, 3, p. 223, Tab. 13, Fig. 2, c du Macacus cynomolgus, Fig. 5, b de la poule; über die Nervenendigungen in der Netzhaut des Auges bei Menschen und Thieren, ibidem 1869, 5, p. 386, 387; grossissement de Triton de 3000; Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1000.

[5]) A. Hannover, recherches microscopiques sur le système nerveux 1844, Tab. 5, Fig. 61, 68, 73.

aussi pendant la vie. M. Krause,[1] qui dit qu'avec des réactifs on peut arriver à voir des choses bien plus étonnantes que la fibre de Ritter, en nie l'existence et cite l'observation de M. Schultze mentionnée plus haut, relative aux extrémités extérieures verticales des bâtonnets, en démontrant que le tout est un phénomène d'optique. M. Henle[2] ne mentionne la fibre de Ritter qu'au point de vue historique, et MM. Merkel[3] et Landolt[4] en nient l'existence. En ce qui me concerne, je considère la fibre de Ritter comme un produit artificiel, qui ne peut même pas servir à jeter du jour sur la structure propre des bâtonnets.

M. Schultze[5] décrit un corps lenticulaire particulier dans la partie extérieure des bâtonnets chez les oiseaux et les reptiles; la lentille est plane en dehors, convexe en dedans et devient surtout visible après le traitement par l'acide hyperosmique; elle manque chez l'homme, et est souvent divisée en deux chez quelques animaux; chez les oiseaux, on trouve quelquefois une petite pointe en dedans de la lentille; chez le triton, il y a une lentille biconvexe et une plan-concave. M. Schultze croit qu'elle a souvent été prise pour de la moelle sur la partie extérieure des bâtonnets; M. Krause a vu un corps ellipsoïdal tant dans les bâtonnets que dans les cônes, tandis que M. Isaacsohn et d'autres en nient l'existence. M. Boll[6] a trouvé que la convexité de la surface antérieure du corps lenticulaire n'est pas constante dans les bâtonnets des reptiles. Quant à ma propre observation chez la grenouille, voir la page 26.

M. Schultze[7] a observé sur la partie intérieure des bâtonnets, une striure longitudinale qui commence à la Membrana limitans externa, et est disposée sous forme de cils déliés sur la surface des bâtonnets, parallèlement à l'axe. Il a supposé d'abord que ces cils sortaient d'un cercle de trous dans la Membrana limitans externa, lesquels il avait vus en regardant la membrane de face; plus tard, il a regardé les trous comme des tubercules des fibres de tissu cellulaire qui sortent du Stratum granulatum externum, et forment des corbeilles fibreuses *(„Faserkörbe“)* sur les bâtonnets (et les cônes), soit qu'elles aient une origine indépendante dans cette couche, soit qu'elles proviennent d'une division des filaments des bâtonnets. Nous aurons plus loin l'occasion de mentionner une formation analogue sur la partie intérieure des cônes, et nous remarquerons

---

[1]) W. Krause, membrana fenestrata 1868, p. 22.

[2]) J. Henle, Eingeweidelehre 1866, p. 645.

[3]) F. Merkel, macula lutea 1869, p. 4.

[4]) E. Landolt, Archiv f. mikr. Anat. 1871, 7, p. 96.

[5]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1867, 3, p. 220; Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1001, 1008, Fig. 1—5.

[6]) F. Boll, Beiträge zur physiologischen Optik; Reichert und Du Bois-Reymond, Archiv für Anatomie und Physiologie 1871, p. 537.

[7]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1869, 5, p. 396, 399, Tab. 22; 1871, 7, p. 250, Tab. 20, p. 254 Anm.; Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1001, Fig. 355.

seulement ici que les forts grossissements qu'il a dû employer — même jusqu'à 2000 — doivent du moins nous engager à n'accepter cette communication qu'avec réserve. M. Merkel[1] croit que si les stries étaient des fibrilles nerveuses, elles se rompraient lorsque les bâtonnets se divisent en tranches, et il attribue en conséquence la striure à une empreinte de pigment; mais cela n'est pas possible si la striure ne se montre que sur la moitié intérieure des bâtonnets; M. Schultze se défend aussi contre cette opinion, en faisant observer que les stries logent non-seulement le pigment, mais probablement aussi les fines fibres nerveuses. Il est possible du reste que la coagulation joue un rôle ici; car les bâtonnets et les cônes sont bien serrés les uns contre les autres, mais on peut, chez l'homme par ex., rencontrer entre les bâtonnets des intervalles qui ont presque leur largeur, et qui doivent être remplis d'une substance fluide intermédiaire. Chez un supplicié, M. Henle[2] a trouvé les intervalles grands et petits entre les bâtonnets remplis d'une substance visqueuse, extensible, mais claire et transparente. M. Müller[3] mentionne expressément une pareille substance claire et sans structure chez l'homme et les mammifères, mais non chez les autres vertébrés, tandis que M. Schultze[4] nie qu'il y ait d'autre intervalle que celui qui est dû à la forme cylindrique des bâtonnets.

On a également observé une striure longitudinale sur la partie extérieure des bâtonnets. M. Hensen[5] en a trouvé une chez la grenouille sous forme d'une faible spirale, mais M. Merkel[6] l'attribue à la préparation. La striure est aussi mentionnée par M. Schultze.[7] M. Hensen parle de bandes assez profondes, et M. Schultze, sur des tranches transversales détachées du triton, a, outre la striure, observé une cassure radiale qui partait des stries longitudinales de la surface, et n'était pas due à une crispation. M. Morano[8] a constaté la striure sur les deux parties des bâtonnets, mais moins distinctement sur la partie intérieure; la différence, insignifiante chez la grenouille, était plus grande chez le triton, et intermédiaire chez la salamandre. Suivant moi, la striure provient en partie du reflet des angles des pans des colonnes, sur la partie extérieure des bâtonnets, peut-être aussi de l'empreinte du pigment.

Tandis que les observations qui précèdent présentent quelque incertitude, il est hors de doute que la partie solide et la plus grande des bâtonnets, la partie extérieure, est

---

[1]) F. Merkel, zur Kenntniss der Stäbchenschicht der Retina; Reichert und Du Bois-Reymond, Archiv für Anatomie und Physiologie 1870, p. 647.
[2]) J. Henle, Zeits. f. rat. Med. 1852, 2, p. 305.
[3]) H. Müller, Zeits f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 50.
[4]) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 996.
[5]) V. Hensen, Archiv f. path. Anat. 1867, 39, p. 488, Pl. 12, Fig. 7, A, B, C.
[6]) F. Merkel, Archiv f. Anat. u. Phys. 1870, p. 646, Pl. 14.
[7]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, p. 219, Pl. 14, Fig. 1; 1867, 3, p. 224; Strickers Handbuch 1872, 2, p. 999, Fig. 354, 358.
[8]) F. Morano, die Pigmentschicht der Retina; Schultze, Archiv für mikroskopische Anatomie 1872, 8, p. 88.

devient facilement invisible ou se perd. Les cônes sont plus courts dans la moitié antérieure de l'œil; cependant ils ne présentent pas sous ce rapport une différence aussi grande que les bâtonnets. L'épaisseur se maintient à peu près invariable dans l'œil tout entier; dans la Macula lutea se trouvent les corps les plus minces et les pointes les plus longues.

Dans la partie extérieure du corps des cônes, on trouve, chez quelques animaux, un corps lenticulaire comme dans les bâtonnets. M. Krause[1] l'a, en 1860, observé et décrit le premier chez la poule sous le nom d'ellipsoïde; plus tard, il l'a vu chez la grenouille, le pigeon et le Cercopithecus sabaeus; en ce qui concerne l'homme, il mentionne seulement la forte réfraction qui a lieu en ce point. Il a trouvé que de l'un des globules du Stratum granulatum externum partait une fibre axile qui aboutissait à l'ellipsoïde, et considéré cette fibre comme une fibre terminale du nerf optique, dans l'hypothèse que les fibres du nerf optique étaient en communication avec les globules du Stratum granulatum externum. Mais comme, un an plus tard, il a abandonné cette hypothèse et fait terminer les prolongements des cellules cérébrales dans la couche extérieure du Stratum granulatum internum, il est à supposer qu'il a renoncé à faire de cette fibre une fibre terminale du nerf optique. Comme il le dit lui-même, on n'a pas encore vu la fibre dont il s'agit à l'état frais, mais seulement après un traitement par divers réactifs; qu'il ne faille pas, ajoute-t-il, la confondre avec la fibre de Ritter, me semble superflu. M. Hensen[2] représente une fibre axile dans les cônes de l'homme, et M. Isaacsohn[3] lui fait occuper toute la longueur des cônes, mais il ne l'a pas vue dans les cônes jumeaux. M. Schultze,[4] qui a également observé un corps lenticulaire plus distinct chez quelques animaux que chez d'autres, ne semble pas l'avoir vu aussi souvent que celui des bâtonnets, et est incertain si la lentille existe déjà pendant la vie ou se forme après la mort. M. Merkel[5] prétend même avoir vu dans des cônes jumeaux, en dedans de l'ellipsoïde, un ovale qui quelquefois pouvait saillir hors du cône arraché. M. Landolt[6] a trouvé que la lentille des cônes de la grenouille se colore en brun par l'acide hyperosmique. Chez les oiseaux, M. Dobrowolsky[7] a constaté que la lentille touche par sa surface convexe aux globules huileux colorés, et que la forme en varie suivant les trois couleurs des globules; il a

---

[1]) W. Krause, anatomische Untersuchungen 1861, Pl. 2, Fig. 6; über die Endigung des N. opticus; Reichert und Du Bois-Reymond, Archiv für Anatomie und Physiologie 1867, p. 243, 1868, p. 256; membrana fenestrata 1868, p. 26, 32, Pl. 2, Fig. 21, 25, C, 26.

[2]) V. Hensen, Archiv f. path. Anat. 1867, 39, p. 487, Pl. 12, Fig. 6.

[3]) H. Isaacsohn, Beitrag zur Anat. d. Retina 1872, p. 18.

[4]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1867, 3, p. 231.

[5]) F. Merkel, Archiv f. Anat. u. Phys. 1870, p. 652.

[6]) E. Landolt, Archiv f. mikr. Anat. 1871, 7, p. 96.

[7]) W. Dobrowolsky, zur Anatomie der Retina; Reichert und Du Bois-Reymond, Archiv für Anatomie und Physiologie 1871, p. 223.

également observé trois formes différentes dans les yeux humains. En ce qui concerne mes propres observations sur la lentille des cônes, je renvoie à la partie histologique de ce mémoire.

Que les corps lenticulaires des bâtonnets et des cônes, en tant qu'ils existent pendant la vie, ce que je suis plutôt porté à croire des cônes de la poule que des bâtonnets de la grenouille, aient une signification optique, on ne saurait le mettre en doute, mais le rôle qu'ils sont appelés à jouer est encore incertain. Leuwenhoeck a déjà, en 1694, examiné les yeux d'insectes appelés par Johannes Müller yeux musives, et trouvé que chaque facette donne une image, et M. Boll a constaté ce même fait pour chaque bâtonnet en étalant la rétine retirée de l'œil avec la surface interne tournée vers le bas; mais les animaux avec lesquels l'expérience a réussi sont seulement ceux qui ont une lentille dans leurs bâtonnets, (le Triton cristatus, la grenouille, la Salamandra maculata, et, suivant M. Schultze, la rétine d'un serpent qui n'a que des cônes); avec les mammifères l'expérience a échoué. D'après M. Boll, l'image se forme immédiatement devant l'extrémité postérieure libre de la partie extérieure des bâtonnets. M. Schultze dit que les corps lenticulaires doivent jouer le rôle de lentilles collectives. Mais M. Boll attache, au point de vue physiologique, si peu de valeur à ces expériences qu'il les considère seulement comme *„eine mit der Linsennatur unabänderlich verbundene physikalische Curiosität."* [1] Je ne saurais me ranger à son opinion, parce que je crois que les bâtonnets et les cônes tout entiers (non pas seulement les corps lenticulaires qu'ils renferment) fonctionnent comme des lentilles, conformément à ma théorie catoptrique de la vision.

De même que sur les bâtonnets, M. Schultze [2] a aussi observé sur les cônes une striure serrée qui était parallèle à l'axe, ou formait une spirale allongée et se continuait sans doute comme un fourreau sur la pointe des cônes. Cette striure est due, suivant lui, à des fibres qui en partie se laissent détacher, et qui, en s'attachant à la surface externe de la Membrana limitans externa, se présentent comme un tube formé de fibrilles raides, ou, d'après sa dénomination, comme une corbeille fibreuse de support; sur la surface interne de la membrane, les fibrilles se montrent comme des cercles finement ponctués. M. Merkel [3] les a également vues ainsi; mais il pense que les fibrilles des bâtonnets et des cônes sont des plis ou des bandes résultant du traitement par l'acide hyperosmique, excepté cependant chez la grenouille, la salamandre et le triton, qui ont une striure longitudinale extérieurement; sur les sections obliques ou transversales, il n'a vu aucune striure, mais seulement un anneau lisse où le cône avait été placé. Chez la poule,

---

[1]) F. Boll, Archiv für Anat. u. Phys. 1871, p. 538.

[2]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 185, Pl. 10, Fig. 8, Pl. 11, Fig. 13, a; 1869, 5, p. 394, Pl. 22, Fig. 7—10 de l'homme, grossissement de 2000; 1871, 7, p. 245, 250, Pl. 20; Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1002, Fig. 355, 356, p. 1019.

[3]) F. Merkel, Archiv f. Anat. u. Phys. 1870, p. 645—649, 651, 654, 655; macula lutea 1869, p. 4.

M. Merkel a trouvé le cône tout entier entouré d'une membrane, comme dans les parties périphériques de la rétine humaine, mais seulement sur les préparations à l'acide hyperosmique et non à l'état frais. Par contre, il n'a, de même que M. Schultze, observé aucune striure sur les cônes de la Macula lutea, et il doit en effet être difficile de les distinguer sur des cônes aussi minces. M. Merkel pense que la pression des bâtonnets peut aussi produire une striure sur les cônes; cela ne paraît cependant guère probable à l'état frais. La description de M. Landolt[1] cadre avec celle de M. Schultze, car, chez la grenouille et la salamandre, il admet, autour de la partie intérieure, et sans doute aussi de la partie extérieure des bâtonnets et des cônes, une gaîne provenant des fibres radiales; il suppose que la partie extérieure des bâtonnets est composée de faisceaux de fibres, et en explique ainsi la striure longitudinale. Outre cette striure extérieure, M. Schultze en a aussi dans l'intérieur du corps des cônes, tant dans les grands cônes que dans la Fovea cœca, observé une autre, due à des fibrilles longitudinales très fines, constituant ce qu'il appelle l'appareil fibreux, lequel ne s'étend pas cependant jusqu'à la Membrana limitans externa, mais s'arrête à une certaine distance. Cette dernière circonstance concorderait avec la différence constatée par moi entre les parties extérieure et intérieure du corps des cônes, si toutes ces fibrilles n'étaient pas un produit artificiel, qui indique cependant un dépôt longitudinal du contenu du corps des cônes. Je n'ai vu qu'une seule fois, chez l'homme, le corps des cônes strié à la surface après le traitement par l'acide chromique, et j'ai fait cette observation avec un grossissement de 340, tandis que M. Schultze a employé un grossissement de 1000 ou plus fort encore, en se servant de l'acide hyperosmique. Chez les poissons, j'ai également, dans des cas rares, observé une striure longitudinale sur les cônes, mais sur leur pointe. M. Schultze fait dériver les fibrilles extérieures du tissu cellulaire du Stratum granulatum externum (fibres radiales), mais non, comme il paraissait d'abord disposé à le croire, des filaments des cônes, qu'il regarde comme nerveux; car, dans ce cas, les fibrilles extérieures devraient aussi être nerveuses, ce qu'il regarde cependant comme vraisemblable; il pense qu'en leur qualité de fibrilles nerveuses, elles doivent se trouver à la surface, parce qu'autrement il y aurait une interruption chez les oiseaux à cause des globules huileux intercalés. Dans son dernier travail, il s'exprime avec plus de doute sur leur nature nerveuse. Les fibrilles extérieures, si d'ailleurs elles existent, ne peuvent provenir des fibres radiales; cela résulte de ce que nous avons établi plus haut, que les fibres radiales s'arrêtent en dedans de la Membrana intermedia.

Les fibrilles observées par M. Schultze sont, suivant lui, les mêmes que M. Krause[2] appelle des aiguilles. Ce savant en a trouvé une entre chaque deux bâtonnets ou cônes,

[1]) E. Landolt, Archiv f. mikr. Anat. 1871, 7, p. 91.

[2]) W. Krause, membrana fenestrata 1868, p. 6, Pl. 1, Fig. 4, 5, 7, Pl. 2, Fig. 21.

sur la surface externe de la Membrana limitans externa, et il y attache tant d'importance qu'il en fait un troisième élément tout nouveau de la couche des bâtonnets et des cônes; il nie qu'elles soient un produit de coagulation, parce qu'elles se conservent dans l'acide hyperosmique étendu. Je dois avouer que je ne les ai pas observées.

J'ai donné tout d'abor daux cônes le nom de *cônes jumeaux (coni gemini),* parce que j'ai commencé mes recherches sur les poissons, chez lesquels ce caractère (identité complète des deux moitiés) constitue la règle, tandis que les cônes avec une ou deux pointes sont plus rares. Chez les reptiles et les oiseaux, il y a un plus grand nombre de cônes simples; chez l'homme, j'ai constaté l'existence de cônes doubles. A chaque cône jumeau, chez les poissons, il ne correspond qu'une calotte, et il n'y a pas deux grains de cône, comme le représente M. Müller,[1] ni un filament de cône partant de chaque moitié du corps du cône, comme le suppose à tort M. Schultze. Chez la grenouille, où M. Müller n'a pas vu de cônes jumeaux, le triton, les reptiles et les oiseaux, M. Schultze[2] a toujours trouvé des cônes jumeaux mêlés à des cônes simples, et il fait observer que, tandis que les deux moitiés en sont identiques chez les poissons, elles diffèrent chez ces animaux de forme et de grandeur; mais il n'est pas exact que le globule huileux jaune ne se rencontre que dans le cône principal; chez la Lacerta agilis et la tortue, il y a bien une différence, mais la longueur est la même; chez le triton, il n'a trouvé de corps lenticulaire que dans un des cônes, et la limite entre les parties intérieure et extérieure des deux cônes n'était pas dans le même plan. Sur un dessin représentant un cône double du Falco buteo, un des cônes seulement a un globule huileux. M. Landolt[3] a vu des cônes doubles chez la grenouille, M. Steinlin,[4] chez la Testudo græca et la poule, et il pense qu'ils proviennent peut-être d'une mue analogue à celle de la peau *(„eine Mauser der Retina resp. eine Neubildung von Zapfen“).* M. Dobrowolsky[5] a traité ce sujet en détail en s'appuyant sur les observations de M. Schultze; il a trouvé des cônes doubles chez la poule, le faucon, le pigeon, la Lacerta agilis, la Salamandra maculata et la grenouille. La longueur des pointes dépend du développement et de l'âge. Dans des cas rares, il a aussi trouvé un globule huileux dans les cônes secondaires de la poule, mais il était plus petit et tombait facilement; quelquefois deux cônes unis ensemble pouvaient l'un et l'autre avoir l'aspect de cônes secondaires; la forme de la lentille varie également. La calotte (grain de cône) pouvait être double ou

[1]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 11, Pl. 1, Fig. 3, b; Pl. 2, Fig. 18, f est un cône double

[2]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1867, 3, p. 231, Pl. 13, Fig. 6, c, 8, 9, 10, a, 13, c, 14, c, p. 235; 1869, 5, Pl. 22, Fig. 2, c, d, 17, z, z; Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1009.

[3]) E. Landolt, Archiv. f. mikr. Anat. 1871. 7, p. 91, Pl. 9, Fig. 3, b.

[4]) W. Steinlin, Archiv f. mikr. Anat. 1868, 4 p. 15.

[5]) W. Dobrowolsky, Archiv f. Anat. u. Phys. 1871, p. 208, Pl. 7, B.

simple, avec l'indication d'une division, et donner naissance à un ou deux filaments de cône. Tous ces différents cônes avaient des globules huileux jaunes; mais il en a trois fois chez la poule trouvé de bleus (?); les deux cônes ressemblaient à des cônes secondaires. En pratiquant à dessein des plaies sur la rétine des pigeons et des poules, il a observé plus de cônes doubles que dans la rétine normale, et a pu les poursuivre à différents degrés de développement. Il n'y avait jamais de globules huileux rouges dans les cônes principaux, mais seulement dans les cônes à deux pointes; j'en ai cependant rencontré avec des globules huileux jaunes; aussi pense-t-il que les cônes à globules rouges peuvent également se diviser, mais que la division commence par les pointes. En général, le nombre des globules huileux rouges diminue dans la rétine opérée, et la couleur rouge se perd plus rapidement dans le fluide de Müller que dans des yeux normaux. M. Dobrowolsky croit que les cônes doubles proviennent de la division de cônes ordinaires. Cela ne me semble cependant guère probable, si l'on a égard à la différence que j'ai constatée chez l'homme dans la structure et la résistance du cône principal et du cône secondaire. En tout cas, les caractères susmentionnés ne sauraient s'appliquer aux poissons, chez lesquels il n'y a pas de différence entre un cône principal et un cône secondaire. Il est possible qu'il y ait entre eux des formes de transition, et que le développement joue un certain rôle. Il sera donc préférable d'adopter avec M. Dobrowolsky la dénomination de cône double, sauf peut-être chez les poissons. On doit être d'accord avec M. Schultze pour regarder ces corps comme tout à fait énigmatiques au point de vue physiologique.

Les globules huileux colorés sont tout aussi énigmatiques chez les oiseaux et les reptiles, auxquels ils ne sont peut-être pas cependant particuliers. On voit en effet chez les poissons, mêlés aux cellules du pigment, une quantité de globules bruns dont la place propre n'est pas connue, et qui peut-être sont analogues aux globules colorés des oiseaux et des reptiles. M. Bowman [1] mentionne de gros globules incolores chez l'esturgeon, mais ne dit pas exactement où. J'ai supposé auparavant que ces globules appartenaient seulement au pigment, et cela est certain quant aux globules jaunes de la grenouille; mais, chez les oiseaux, le globule se trouve dans l'intérieur du cône, savoir en dehors dans le corps du cône. Mon erreur venait de ce que je n'avais d'abord regardé les bâtonnets et les cônes que de l'extérieur; si j'ai aussi attribué des globules colorés aux bâtonnets, cela résultait d'une confusion avec des cônes secondaires, laquelle peut facilement avoir lieu, lorsque tous les deux sont altérés; souvent on ne peut les distinguer que par le rectangle dont j'ai fait voir que le bâtonnet est muni. Il n'y a chez les oiseaux que deux espèces de globules colorés, et non trois, comme je l'ai indiqué d'abord, savoir les rouges et les jaunes, mais avec une nuance intermédiaire qui est assez constante; les globules rouges appartiennent aux cônes secondaires.

---

[1]) W. Bowman, lectures 1849, p. 89.

Les globules colorés, dans la rétine des oiseaux, sont disposés en quinconce et en cercles, ainsi que je l'ai représenté en 1844.[1] Mon dessin est d'après nature et non schématique. M. Müller[2] en dit qu'il n'est pas aussi exact qu'élégant, et M. Schultze[3], qu'il est élégant, mais ne s'accorde pas avec la nature. Je ne puis accepter cet éloge s'il s'y joint un blâme. M. Schultze objecte contre mon dessin qu'il renferme trop de cercles ou plutôt d'hexagones rouges. Mais, sur le dessin qu'il a donné de la poule, on remarque la même régularité en quinconce de cercles rouges; seulement, tandis que, sur mon dessin, il n'y a que 1—2 cercles jaunes entre deux globules rouges, le sien en montre 2—5. Cette différence peut tenir aux localités; dans la partie postérieure de la rétine de la poule et du pigeon, près du nerf optique, le nombre des globules rouges est si considérable, qu'ils forment, sur les coupes verticales, une longue rangée presque continue. M. Müller objecte qu'aucune place n'est assignée aux bâtonnets, mais cela peut tenir aussi à des localités où les bâtonnets manquent. M. Schultze mentionne aussi des globules incolores, bien qu'ils ne soient peut-être souvent que des globules décolorés ils sont en général plus petits, distribués irrégulièrement, et présentent dans leur intérieur un cercle concentrique; il regarde ces corps comme des cônes à globules presque ou entièrement incolores. Dans mes «Recherches microscopiques sur le système nerveux», j'ai représenté, Fig. 69, de pareils cercles incolores; mais, bien que je reconnaisse qu'il peut y avoir des globules décolorés ou naturellement incolores, il est cependant possible que ce soit le point de rupture des cônes ou des bâtonnets qui se présente sans globule coloré. Je ne crois pas que ces cercles diffèrent d'une autre espèce de cercles incolores que M. Schultze décrit comme plus grands, régulièrement disposés et sans cercle concentrique dans leur intérieur; il les assimile à des bâtonnets, mais ses dessins du pigeon, de la corneille et du faucon en indiquent certainement un trop petit nombre. Au reste, je suis d'accord avec MM. Müller et Dobrowolsky,[4] que, chez les différents oiseaux et dans les différentes localités du même œil, les nuances et le nombre relatif des globules colorés présentent beaucoup de variations, ce dernier correspondant en partie au nombre relatif des bâtonnets et des cônes. L'âge joue peut-être un rôle; M. Dobrowolsky dit que les globules, chez les jeunes animaux, se décolorent plus rapidement dans le fluide de Müller que chez les vieux. Sur les préparations sèches, la couleur peut être distincte même à l'œil nu. J'ai trouvé des cônes avec deux globules; la pointe manquait, et je ne puis dire par conséquent si elle avait été double; mais M. Müller a rencontré des cônes avec deux globules et deux pointes, tandis que la division du corps du cône n'était

---

[1]) A. Hannover, Recherches microscopiques sur le système nerveux 1844, Pl. 5, Fig. 68.

[2]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 40.

[3]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 203, Pl. 9, Fig. 6, a, b, c, 7, 8, 9.

[4]) W. Dobrowolsky, Archiv f. Anat. u. Phys. 1871, p. 229. Je ne connais les recherches de M. J. W. Hulke, on the retina of amphibia and reptiles, que par un extrait dans Virchow und Hirsch, Jahresbericht für 1867, p. 54, auquel je renvoie.

tout au plus qu'indiquée; l'une des moitiés latérales semblait avoir été arrêtée dans son développement. Cela prouve qu'il a vu un cône avec son cône secondaire (voir sa Fig. 18, f).

M. Müller [1] a constaté chez divers oiseaux une coloration diffuse tant rouge que jaune du corps du cône, ce qui plus tard a été confirmé par M. Schultze [2] et par M. Dobrowolsky chez de jeunes poules. M. Müller a aussi trouvé des bâtonnets colorés, mais il attribue le phénomène à une imbibition; telle est aussi, suivant moi, la cause de la coloration rouge (je n'ai pas observé la jaune) du corps du cône; c'est toujours le corps qui se colore, non la pointe; le globule huileux est aussi uni plus étroitement au corps du cône, et reste rarement attaché à la pointe.

Parmi les reptiles, j'ai trouvé chez la tortue trois espèces de globules colorés, et, chez la grenouille, deux, dont les jaunes appartiennent exclusivement au pigment; les globules incolores ou légèrement teintés en violet appartiennent aux cônes, et non, comme je le supposais d'abord, aux bâtonnets, ainsi que le remarque avec raison M. Müller; [3] mais il se trompe en rapportant les globules jaunes aux cônes, et il les représente les uns et les autres en beaucoup trop grand nombre. M. Schultze [4] dit que les globules sont d'un jaune pâle ou incolores, et ne les représente pas colorés sur ses dessins. Les globules jaunes de la grenouille ne peuvent nullement être assimilés aux globules jaunes des oiseaux, comme ils occupent une place toute différente. M. Schultze donne à la Lacerta viridis des globules jaunes, tandis que M. Krause [5] a observé trois espèces de globules colorés dans les cônes de la Lacerta agilis; M. Hulke mentionne des globules verts chez l'Anguis fragilis. Plusieurs reptiles présentent en même temps des globules incolores. De même que chez les oiseaux, M. Schultze a observé dans le corps des cônes de la Lacerta viridis un pigment avec une coloration diffuse jaune.

Comme nous l'avons déjà dit dans la description de la rétine du brochet, il est difficile de préciser à quelle hauteur se trouve le point de rupture entre le corps et la pointe des cônes relativement à celui entre les deux parties des bâtonnets. M. Müller s'est déjà heurté à cette difficulté, qui tient surtout à ce que les parties se déplacent facilement et se dégagent de leur connexion avec les cellules du pigment. Bien que les points de rupture des deux éléments soient ordinairement au même niveau, il est cependant possible qu'il y ait de petites différences, mais elles ne sont ni aussi grandes ni aussi fréquentes que l'indique M. Schultze. [6] La question a de l'importance au point de vue

---

1) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 39, Pl. 2, Fig. 18, e.
2) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 203, Pl. 9, Fig. 7, d.
3) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 28, Pl. 1, Fig. 2.
4) M. Schultze, de retinæ structura 1859, Fig. 4, e; Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 209, Pl. 9, Fig. 12, Pl. 11, Fig. 18, 19.
5) W. Krause, Archiv f. Anat. u. Phys. 1867, p. 243; membrana fenestrata 1868, p. 29.
6) M. Schultze, Strickers Handb. 1872, 2, p. 997, Fig. 352; Archiv f. mikr. Anat. 1869, 5, Pl. 22, Fig. 14.

de l'estimation de la longueur relative des bâtonnets et des cônes, qui varie beaucoup. En général, les bâtonnets sont toujours plus longs que les cônes, mais, dans la Macula lutea, chez l'homme, les cônes sont plus longs. Quoique très minces, ils y sont cependant plus épais que les bâtonnets, et il en est généralement de même chez les animaux; chez la grenouille, les cônes sont partout plus minces, chez les oiseaux, la différence est moindre. Il n'y a pas de rapport déterminé entre l'épaisseur et la longueur des bâtonnets et des cônes, et M. Krause [1] se trompe sans doute lorsqu'il avance que le rapport entre l'épaisseur et la longueur de la partie extérieure des bâtonnets, devrait être à peu près le même chez les animaux les plus divers, savoir approximativement de 1 à 10.

Le nombre relatif des bâtonnets et des cônes varie beaucoup chez les différents animaux, et même dans les différentes localités du même œil. Dans la Fovea cœca et son entourage, il n'y a que des cônes, et les bâtonnets sont de rares exceptions. Suivant M. Schultze,[2] les cônes manquent complètement chez la chauve-souris, le hérisson, la taupe, la souris et le Cavia; le chat, le lapin et le rat forment une transition avec leurs cônes très minces et leur grand excès de bâtonnets. Mais M. Krause [3] a observé des cônes très distincts chez le lapin et la souris; le hérisson a, comme le chat, et des bâtonnets et des cônes, et il en est de même de l'Hyæna striata et de la Mustela putorius. J'ai trouvé que les bâtonnets très fins du chien excèdent de beaucoup les cônes en nombre; chez le bœuf, il y a environ deux bâtonnets entre deux cônes. D'après M. Ritter, les cônes manqueraient chez les baleines. Tandis que, chez les mammifères, les bâtonnets sont en général en excès sur les cônes, ils sont, chez les oiseaux, relativement bien moins nombreux que chez les mammifères; toutefois il faut être prudent dans son jugement, car les altérations que subissent les cônes les font beaucoup ressembler aux bâtonnets. M. Krause déclare entièrement erronée l'assertion de M. Schultze, que les bâtonnets sont très prédominants chez la chouette; mais M. Schultze [4] maintient l'exactitude de son observation, et nie en même temps la présence des globules huileux rouges chez la chouette; selon M. Krause, ils s'y trouvent bien, mais sont en tout cas bien plus rares que les jaunes. Chez la Testudo mydas, j'ai observé [5] aussi bien des bâtonnets que des cônes, et les ai représentés; M. Schultze,[6] par contre, n'a trouvé que des cônes chez l'Emys europaea. L'Anguis fragilis n'a que des cônes, suivant MM. Leydig et Müller, mais M. Hulke y a aussi rencontré des bâtonnets, ce que M. Schultze nie de nouveau.

---

[1]) W. Krause, membrana fenestrata 1868, p. 27.
[2]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 195, Pl. 14, Fig. 8, a; Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1007.
[3]) W. Krause, membrana fenestrata 1868, p. 30, Pl. 2, Fig. 28, 38.
[4]) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1010, Anm. 3.
[5]) A. Hannover, über die Netshaut der Schildkröte; Müller, Archiv f. Anatomie u. Physiologie 1843, p. 314, Pl. 14.
[6]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1867, 3, Pl. 13, Fig. 9.

Selon M. Müller, le caméléon n'a que des cônes, de même que la Lacerta agilis d'après M. Schultze, mais il est contredit par MM. Hulke, Krause et Dobrowolsky; ce dernier les a trouvés grands mais peu nombreux. Chez le Coluber natrix, je n'ai rencontré que des bâtonnets, tandis que M. Schultze croit que les corps que M. Leydig a observés chez le C. natrix, et lui-même, chez le Spilotes, sont des cônes. Chez la grenouille, les bâtonnets prédominent, et les cônes, à cause de leur petitesse, ont d'abord échappé à mon attention. M. Bowman[1] dit que les cônes, chez la grenouille, sont presque aussi nombreux que les bâtonnets; toutefois, ses figures ne représentent peut-être pas exclusivement des cônes, mais la partie intérieure altérée des bâtonnets, comme on peut le voir en les comparant avec mes Fig. 9 et 10, Pl. II. Les poissons osseux ont les deux éléments; les bâtonnets sont généralement en grand excès; mais le rapport est très variable chez les différents poissons. Ni M. Schultze ni moi, nous n'avons trouvé de cônes chez l'anguille, tandis qu'ils sont mentionnés par MM. Nunneley et Krause. Les requins et les raies n'ont que des bâtonnets d'après MM. Leydig, Müller et Schultze; le Petromyzon, suivant M. Müller, possède des bâtonnets et des cônes.

Les exemples que j'ai cités suffiront pour montrer combien est variable la proportion entre les bâtonnets et les cônes. L'indication d'un manque complet d'un de ces éléments doit cependant être toujours acceptée avec quelque réserve, parce que, chez le même animal et le même individu, on peut voir prédominer tantôt les bâtonnets, tantôt les cônes, lorsque, par suite de la préparation ou d'autres circonstances inexplicables, les uns ou les autres se cachent ou se perdent. Cette remarque s'applique également aux globules colorés mentionnés plus haut, qui, dans le même œil, couvrent quelquefois tout le champ de vue, et quelquefois manquent presque complètement. Relativement à l'idée de prépondérance, il faut tenir compte non-seulement du nombre des éléments, mais aussi de l'espace qu'ils remplissent en raison de leur épaisseur. En ce qui concerne quelques animaux, les observateurs semblent même avoir eu parfois de la difficulté à déterminer ce qui était bâtonnet et ce qui était cône. M. Müller,[2] qui a surtout étudié le pigeon, dont les cônes sont beaucoup plus minces, et ont des pointes beaucoup plus longues que chez la poule, se demande si, chez les oiseaux, il n'y a pas toute une série de corps de transition entre les bâtonnets et les cônes (il est bien possible qu'il ait en vue les cônes secondaires), et M. Schultze[3] mentionne chez les oiseaux des cônes très minces ressemblant à des bâtonnets; de là la dénomination employée par MM. Kölliker et Müller, mais pouvant facilement induire en erreur, de *„Zapfenstäbchen"* pour les pointes

---

[1]) W. Bowman, lectures 1849, p. 89, Fig. 16; La figure de H. Müller. Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, Pl. 1, Fig. 4, a, b, c, ne me paraît pas non plus s'accorder avec la nature.

[2]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 41.

[3]) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1007.

des cônes. M. Steinlin[1] va même si loin, qu'il interprète les bâtonnets des oiseaux comme des cônes, et nie par suite l'existence des grains de bâtonnets; il considère aussi à tort les grands bâtonnets des reptiles comme des cônes dépourvus de globules huileux, mais il a été aussitôt réfuté par M. Schultze, qui n'admet pas de transition entre les bâtonnets et les cônes, excepté chez le triton. D'après la description que j'ai donnée des bâtonnets de la grenouille, on pourrait voir une transition des bâtonnets aux cônes dans la structure particulière de la partie intérieure des bâtonnets, et leur liaison avec les calottes dans le Stratum granulatum externum; mais, après avoir examiné les cônes, on reconnaît qu'ils diffèrent beaucoup trop des bâtonnets pour pouvoir être confondus avec eux, et, à cet égard, la recommandation de M. Manz est certainement superflue. Que les bâtonnets, comme le croit M. Schultze, dussent être une forme plus simple, et se développer en cônes, il n'y a aucune raison de le supposer.

De l'exposé qui précède, il résulte qu'il existe de grandes différences entre les deux parties des bâtonnets et les trois parties des cônes, comme entre ces parties elles-mêmes, au point de vue de la forme, des contours, de la substance, de la réfraction et de la structure tout entière. Il est bon de le rappeler, parce qu'on a voulu mettre en parallèle les bâtonnets et les cônes sous le rapport de leur rôle physiologique, et que, dans ce but, on a cherché des ressemblances entre leurs parties intérieures et extérieures (*Innenglied* et *Aussenglied,* suivant M. Krause et des observateurs postérieurs). On trouve des différences analogues entre les quatre classes des vertébrés, parmi les animaux terrestres et aquatiques, diurnes et nocturnes etc. et en partie, quoique à un degré moindre, entre les animaux de chaque classe. A ces différences viennent s'ajouter les variations dans le nombre et la grandeur des bâtonnets et des cônes, même chez des animaux très voisins, et dans les divers points du même œil, le manque d'un rapport fixe, d'une part, entre l'épaisseur et la longueur des bâtonnets et des cônes, de même qu'entre eux et l'épaisseur du nerf optique et la quantité et la finesse de ses fibres, et, d'autre part, dans le nombre des éléments de la couche des bâtonnets et des cônes et celui des globules du Stratum granulatum externum, par ex. dans la Macula lutea et l'Ora serrata, les rapports différents des cônes jumeaux, la présence ou l'absence de globules huileux colorés, la liaison plus ou moins étroite avec les cellules du pigment, dont nous nous occuperons plus tard, et enfin plusieurs autres circonstances de moindre importance. Le caractère général des bâtonnets et des cônes est donc une très grande variabilité.

Si, d'un autre côté, nous considérons le système nerveux, nous trouvons que les quatre classes des vertébrés présentent des caractères si constants, qu'il n'est en général

---

[1]) W. Steinlin, Archiv f. mikr. Anat. 1868, 4, p. 12—14, Pl. 2, Fig. 1—10; M. Schultze, ibidem p. 22.

pas possible de distinguer les uns des autres les éléments de chacune de ces classes, qu'il s'agisse soit des parties centrales du système nerveux, soit de ses extrémités périphériques. Déjà pour ce motif, il est hasardeux de regarder les bâtonnets et les cônes comme des organes nerveux, ou d'en faire l'appareil principal d'une fonction identique dans tout le règne animal, surtout comme nous trouvons d'autre part que, relativement aux cellules et aux fibres cérébrales de la rétine, il existe une identité complète dans les quatre classes des vertébrés, et avec les cellules et les fibres cérébrales de leur cerveau.

Depuis que M. Treviranus, en 1835, a déclaré que la couche des bâtonnets et des cônes constituait la terminaison du nerf optique en papilles nerveuses, il n'a pas manqué d'observateurs qui ont cherché, avec le microscope, à découvrir des ressemblances entre les fibres nerveuses et les bâtonnets et les cônes. C'est ainsi que M. Kölliker,[1] en 1852, a fait des bâtonnets de véritables tubes nerveux, opinion que j'ai réfutée peu après,[2] et je renvoie à cet égard aux remarques que j'ai faites alors. Bien que M. Kölliker[3] ait encore, l'année suivante, défendu son opinion, même en lui donnant un plus grand développement, on ne peut cependant supposer qu'il la maintienne encore aujourd'hui. Il regardait les cônes comme des cellules à noyau. Il est incontestable que le corps des cônes est une vésicule avec un contenu, mais il n'y a pas de noyau; car la calotte, qui pourrait bien en représenter un, en est séparée par la Membrana limitans externa, que M. Kölliker ne connaissait pas alors comme membrane indépendante. Il faisait de cette partie à noyau le corps de la cellule, et du reste du cône un prolongement creux qui avec la pointe du cône formait un tube. Les bâtonnets, il les prenait de même pour des tubes; mais il n'a pas réussi à découvrir de membrane enveloppante même sur les formes les plus grandes, et il fallait cependant établir l'existence d'une telle membrane pour attribuer aux varicosités des bâtonnets la même signification qu'à celles des nerfs. Mais il n'y a personne actuellement qui regarde les varicosités comme caractéristiques pour les bâtonnets, ni qui admette l'identité que M. Kölliker voulait établir entre les bâtonnets et les cônes relativement à leur structure et à leur substance; j'en ai, dans ce qui précède, suffisamment relevé les différences. M. Kölliker n'attache pas d'importance à la particularité que les bâtonnets et les pointes des cônes, chez quelques animaux, présentent des stries transversales et se divisent en travers, et cependant on ne trouve nulle part rien de semblable sur les fibres nerveuses. Il n'était pas exact non plus de mettre en parallèle le grain de cône (la calotte) et le grain de bâtonnet, qui est un noyau. En exposant la théorie que les bâtonnets et les

---

[1]) A. Kölliker, Würzb. Verh. 1852, 3, p. 316—336.
[2]) A. Hannover, Zeits. f. wiss. Zool. 1853, 5, p. 17—25.
[3]) A. Kölliker, mikr. Anat. 1854, 2, 2, p. 657 sqq.

points en masses trop grandes, pour être à même de recevoir une impression isolée de l'image. Ces remarques s'appliquent aussi aux globules des deux Strata granulata, de même qu'on doit être d'accord avec lui que le Stratum granulosum ne peut jouer ici aucun rôle. Il ne reste donc que la couche des bâtonnets et des cônes, et la preuve positive la plus importante de la fonction qu'il lui attribue, M. Müller la trouve dans la liaison continue des bâtonnets et des cônes avec les cellules et les fibres cérébrales. C'est ce que j'ai déjà réfuté, et M. Müller n'a pas même, à cette occasion, prouvé que les filaments qui partent des bâtonnets et des cônes sont de nature nerveuse, question qui va être résolue ci-après.

On ne saurait cependant nier qu'il n'y ait plusieurs circonstances qui parlent en faveur de sa théorie; mais elles ne fournissent aucune preuve positive, et l'appuient seulement en tant que la couche des bâtonnets et des cônes devient un appareil auxiliaire. C'est ce rôle que j'ai attribué à la couche, en faisant ressortir son importance comme appareil catoptrique, mais en lui refusant toute propriété nerveuse. J'ai déjà indiqué cette théorie en 1840,[1] et puis donc maintenir ma priorité vis-à-vis de M. Brücke[2] qui a seulement exposé une théorie semblable en 1844, et lui a donné une plus grande extension en 1847. M. Müller dit que la disposition régulière en mosaïque de la couche des bâtonnets et des cônes, et, sans aucun doute, aussi la structure optique de ces éléments, les rendent particulièrement aptes à percevoir isolément chaque point. Cette manière de voir a contre elle la grande variation, décrite plus haut, que les bâtonnets et les cônes présentent dans toute la série animale, et qui ne s'accorde pas avec l'identité de la fonction, si les bâtonnets et les cônes doivent jouer le rôle d'appareil principal. A cette variation vient encore s'ajouter celle que nous avons également signalée plus haut, comme régnant dans le Stratum granulatum externum, aux éléments duquel les bâtonnets et les cônes sont étroitement liés. En général, on trouve bien chez tous les animaux des calottes, qui, le plus souvent, correspondent aux cônes; mais les globules de la couche, auxquels on a même attribué des propriétés optiques spéciales, varient extrêmement dans les quatre classes des vertébrés et non moins chez les mammifères, où l'épaisseur de la couche est tantôt très grande, tantôt faible, tandis que le nombre (non la longueur) des bâtonnets et des cônes est essentiellement le même dans toute la rétine; les bâtonnets manquent dans la Fovea cœca, mais on y trouve néanmoins les globules du Stratum granulatum externum. Ce que M. Müller ajoute ensuite relativement à la transparence de la rétine, et à la circonstance que les bâtonnets et les cônes se trouvent exclusivement dans la rétine, n'est pas le moins du monde une preuve. Que leur structure

[1]) A. Hannover, Archiv f. Anat. u. Phys. 1840, p. 326, Anm.; das Auge 1852, p. 58—65.

[2]) E. Brücke, über die physiologische Bedeutung der Zwillingszapfen in den Augen der Wirbelthiere; Müller, Archiv für Anatomie und Physiologie 1844, p. 444. Anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels 1847, p. 2.

ne soit pas la même que celle qu'on rencontre dans le cerveau et les nerfs, je l'ai déjà montré, et M. Müller n'a pas fourni de nouvelles preuves à l'appui d'une ressemblance qu'il ne trouve maintenant même pas complète. Il n'y a, par contre, rien d'essentiel à objecter au fait relevé par lui et par d'autres, qu'il règne un accord assez grand entre les bâtonnets et les cônes et les plus petites distances perceptibles. Mais il n'en résulte nullement que ces corps perçoivent et transmettent l'impression lumineuse, car ils pourraient tout aussi bien remplir un rôle comme appareil auxiliaire; la disproportion qui existe évidemment entre l'épaisseur des éléments et la netteté de la vision, lorsqu'on compare, par ex., les bâtonnets de l'homme avec ceux de quelques poissons, qui en ont de tout aussi minces, ne témoigne pas qu'ils fonctionnent à titre d'appareil principal, et encore moins qu'ils constituent un appareil principal nerveux. M. Müller mentionne enfin les particularités relatives aux vaisseaux sanguins; ils manquent, il est vrai, complètement dans tout le Stratum granulatum externum et dans la couche des bâtonnets et des cônes; mais la seule conséquence à en déduire, c'est que la vision ne peut être gênée par eux, comme dans d'autres couches où ils se trouvent. Que, chez les mammifères, il y ait des vaisseaux dans toutes les couches dont personne ne conteste la nature nerveuse, par conséquent depuis l'épanouissement du nerf optique jusqu'à la Membrana intermedia, cela s'accorde simplement avec les rapports correspondants dans la substance grise et la substance blanche du cerveau; les trois classes inférieures des vertébrés seraient mieux partagées sous ce rapport, parce que, d'après M. Hyrtl,[1] elles n'ont pas d'artère centrale, ni en général aucun vaisseau dans la rétine elle-même.

Il n'y a, suivant moi, qu'un seul fait qui puisse, jusqu'à un certain point, fournir une preuve à l'appui de la théorie de M. Müller, à savoir la propriété de la figure vasculaire de la rétine, dite de Purkinje, que M. Müller[2] a soumise à une étude approfondie. Comme on sait, les vaisseaux, lorsque l'intérieur de l'œil est fortement éclairé, jettent une ombre qu'on observe à une certaine distance derrière eux, et qui par conséquent doit être perçue par les couches extrêmes de la rétine, notamment celle des bâtonnets et des cônes, ou en tout cas une des couches qui sont situées en dehors de la Membrana intermedia; car on ne trouve aucun vaisseau en dehors de cette membrane, et par suite il ne peut non plus se former aucune ombre. Toutefois, au sujet de la figure de Purkinje, nous ferons d'abord remarquer que la marche des vaisseaux, dans la rétine de l'homme, n'est pas suffisamment connue, et que leur quantité assez considérable ne s'accorde pas avec le nombre relativement faible des vaisseaux indiqués sur les dessins de

---

[1]) J. Hyrtl, Wiener Sitzungsberichte 1861, 43, p. 208.

[2]) H. Müller, über die entoptische Wahrnehmung der Netzhautgefässe insbesondere als Beweismittel für die Lichtperception durch die nach hinten gelegenen Netzhautelemente; Würzburger Verhandlungen 1854, 5, p. 411—447.

cette figure. L'artère et la veine centrales se trouvent au fond du lolliculus du nerf optique, et courent sur une certaine étendue de la surface interne de la rétine; mais elles pénètrent ensuite dans toutes les couches situées en dedans de la Membrana intermedia, et se montrent surtout sur la limite des fibres et des cellules cérébrales et près de la surface interne de la Membrana intermedia; c'est à tort que M. Leber[1] place tous les gros rameaux des vaisseaux centraux dans la couche des fibres cérébrales. Ensuite, on les trouve dans toute la rétine jusqu'à l'Ora serrata; mais, dans la figure de Purkinje, on voit seulement les vaisseaux les plus voisins de l'axe de l'œil et non ceux qui sont plus périphériques. M. Müller pense, il est vrai, que cela est dû à la perception moins distincte de la rétine à la périphérie, mais cette explication n'est pas satisfaisante; car la couche des bâtonnets et des cônes est essentiellement la même à la périphérie, tandis que les fibres cérébrales diminuent sensiblement à mesure qu'on s'avance en dehors. Je ne comprends pas bien non plus pourquoi la figure de Purkinje, lorsque l'éclairage de l'œil ou plutôt son mouvement devant l'œil varie, se trouve tantôt du même côté que la lumière et tantôt du côté opposé. Enfin, je crois que la figure de Purkinje peut tout aussi bien s'expliquer par ma théorie catoptrique, d'après laquelle l'ombre des vaisseaux n'est pas perçue par la couche des bâtonnets et des cônes, mais réfléchie sur le nerf optique et, alors seulement, perçue de la même manière que tout autre objet placé en dehors de l'œil (en dehors du nerf optique). M. Krause est du même avis. Mais M. Müller pense qu'avec ma théorie on devrait avoir pour chaque vaisseau la perception de deux ombres, comme on ne saurait admettre que les bâtonnets réfléchissent la majeure partie de la lumière dans une autre direction que celle de leur axe longitudinal; mais je ne puis reconnaître entièrement la justesse de son argumentation basée sur une figure arbitraire, et qui permettrait tout aussi bien de supposer toute une série d'ombres. M. Czermak,[2] par un éclairage particulier de son propre œil, a pu voir une mosaïque régulière de petits disques ronds, qui se présentaient cependant sous un angle visuel plus grand que celui qui eût répondu à la section des cônes de la Macula lutea, ou avec une grandeur variable. Cette observation entoptique qui, suivant M. Czermak, fait jouer aux bâtonnets et aux cônes le rôle de *„leuchtende Binnenobjecte"*, peut, comme la figure de Purkinje, s'expliquer par la théorie catoptrique, et M. Krause[3] fait observer qu'un nerf qui reçoit l'impression de la lumière, c'est-à-dire les bâtonnets et les cônes, ne saurait cependant se voir lui-même; j'ajouterai qu'il n'est pas même prouvé que l'image ci-dessus provienne des cônes.

---

[1]) T. Leber, die Blutgefässe des Auges; Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1052.

[2]) J. Czermak, über die entoptische Wahrnehmung der Stäbchen- und Zapfenschicht; Sitzungsberichte der Academie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse 1860, 41, p. 644.

[3]) W. Krause, membrana fenestrata 1868, p. 49.

En se basant sur sa théorie, M. Müller relève enfin les rapports quantitatifs ou numériques entre les impressions diverses de la rétine et les éléments nerveux présents, et fait observer que la Macula lutea, qui possède le plus grand nombre relatif de points sensibles, reçoit aussi le plus grand nombre de fibres nerveuses, de sorte que, dans cette localité, chaque cône est probablement en relation avec sa cellule cérébrale et sa fibre cérébrale particulière. Tout cela n'est qu'une hypothèse, qui ne s'accorde pas même avec les faits de l'anatomie, et nous ne le suivrons pas davantage.

Tandis que M. Kölliker se donnait de la peine pour prouver que les bâtonnets et les cônes étaient des organes nerveux, mais non tout à fait sans signification au point de vue optique, et que M. Müller les regardait seulement d'une manière générale comme des éléments nerveux, surtout à cause de leur connexion avec les cellules et les fibres cérébrales, M. Schultze cherchait à montrer que les filaments qui partent intérieurement des bâtonnets et des cônes sont de nature nerveuse. En effet, pût-on même, avec le microscope, découvrir une chaîne nerveuse partant du nerf optique, et aboutissant extérieurement, à travers les couches suivantes, à la Membrana intermedia — chaîne dont j'espère, dans ce qui précède, avoir établi le manque de continuité dans chacun de ses anneaux, — et les bâtonnets et les cônes fussent-ils même des éléments nerveux — je crois également avoir prouvé le contraire, — il est évident qu'il manquait encore un anneau pour relier les bâtonnets et les cônes aux éléments dont la nature nerveuse est incontestée. Cet anneau, on pouvait seulement se le procurer en déclarant les filaments des bâtonnets et des cônes des éléments nerveux. Il importe ici de procéder chronologiquement, pour montrer comment M. Schultze, par des observations exactes peut-être, a été conduit à des interprétations inexactes rien que pour les besoins de sa théorie.

A la dernière page de son mémoire de 1859[1], M. Schultze dit brièvement que les bâtonnets sont nerveux à cause des varicosités de leurs filaments, et qu'il est entièrement *(prorsus)* convaincu, même par des motifs d'ordre anatomique, qu'ils ne sont autre chose que les terminaisons du nerf optique, mais que les cônes semblent se comporter autrement. En 1861,[2] il considère les corps de la Fovea cœca, chez le Macacus cynomolgus, comme des cônes, bien qu'ils soient aussi minces que des bâtonnets; cependant il ne veut pas les identifier aux cônes des parties plus périphériques de la rétine, parce qu'il venait de prouver avec une grande certitude apparente que ces cônes, et même ceux de la partie extérieure de la Macula lutea, étaient en connexion avec les éléments de tissu cellulaire de la rétine, et ne pouvaient par conséquent être rangés parmi les éléments qui perçoivent la lumière. Après cette espèce de pas en arrière, il montre, dans son grand travail

---

[1]) M. Schultze, de retinæ structura 1859, p. 24.

[2]) M. Schultze, zur Kenntniss des gelben Flecken der Fovea centralis des Menschen und Affenauges; Reichert und Du Bois-Reymond, Archiv für Anatomie und Physiologie 1861, p. 785.

de 1866,[1] comment les filaments des bâtonnets (il ne nomme pas les filaments des cônes) peuvent devenir variqueux chez l'homme après le traitement par l'acide chromique et l'acide hyperosmique, et compare ces varicosités à celles des fibres cérébrales du nerf optique. Mais, à la page suivante, on lit ces mots: *„Denn nur so erklären sich, wie erwähnt, die Varikositäten der Zapfen- und Stäbchenfasern, vorausgesetzt, dass sie den Varikositäten entsprechen, welche dünne Chromsäurelösungen an den Opticusfasern der Retina erzeugen, woran zu zweifeln kein Grund vorliegt.“* Je ferai remarquer ici que M. Schultze nomme maintenant et les filaments des bâtonnets et les filaments des cônes, bien qu'il n'ait auparavant fait aucune mention de ces derniers; je n'ai non plus trouvé, sur ses nombreux dessins, un seul filament de cône variqueux, mais bien des filaments de bâtonnets variqueux. Il conclut ainsi: *„Auf Grund der beschriebenen Varikositäten, welche ganz mit denen der feinsten Opticusfasern der Retina übereinstimmen* (il ne conserve ici plus aucun doute), *und weil sie die einzigen Fasern sind* (cela n'est pas une raison), *welche von den Stäbchen ausgehen, rechne ich auf die Zustimmung des geneigten Lesers, wenn ich die Stäbchenfasern mit aller Entschiedenheit für Nervenfasern erkläre. Wofür werden aber die Zapfenfasern zu gelten haben?“* Je ne sais pas pourquoi il hésite tellement à déclarer aussi les filaments des cônes des fibres nerveuses, puisqu'il vient de dire qu'ils peuvent devenir variqueux. Mais il lui semble que leur réfraction, leur surface lisse et leur structure intérieure les font tout à fait ressembler à de larges axes cylindriques, à quoi il faut ajouter leurs stries longitudinales et leur division en fibres fines dans la *„Zwischenkörnerschicht“* (Membrana intermedia). Mais, plus loin, il réunit de nouveau les filaments des bâtonnets et des cônes, et dit qu'ils ont tous deux toutes les propriétés des fibres nerveuses, et surtout de fibres sans moelle semblables à celles qui forment l'épanouissement du nerf optique dans la rétine; les filaments des cônes se fendent finalement en une quantité de fibres fines; il n'est pas certain que les filaments des bâtonnets se comportent d'une manière analogue chez tous les animaux, quoiqu'ils se terminent toujours, à ce qu'il semble, par un renflement comme les filaments des cônes. Il s'agit en effet ici pour M. Schultze d'établir l'identité des filaments des bâtonnets et des cônes, et surtout, comme je l'ai exposé plus haut, de prouver que les deux espèces de filaments se terminent de la même manière, en se divisant et en s'éparpillant dans la *„Zwischenkörnerschicht.“* Mais il conserve toujours des doutes à l'egard des filaments des bâtonnets, et, dans son dessin schématique, Pl. 15, Fig. 2, ceux-ci ne s'éparpillent pas dans la *„Zwischenkörnerschicht“* de la même manière que les filaments des cônes, qui, ainsi que nous l'avons décrit, forment, suivant lui, un *„Gewirr feinster Fasern,“* lesquelles se rassemblent de nouveau pour se continuer dans les fibres radiales nerveuses du Stratum granulatum internum, et former ainsi la chaîne conductrice imaginée par lui. Il

---

[1]) M. Schultze, Archiv für mikr. Anat. 1866, 2, p. 186 sqq. p. 216, 259.

suppose d'ailleurs que le point des bâtonnets qui perçoit la lumière (il ne parle pas de celui des cônes) se trouve à la surface limite entre leurs parties intérieure et extérieure.

Dans son mémoire de 1867,[1] M. Schultze rectifie ce manque dans son dessin, manque qu'on ne saurait cependant regarder comme accidentel, et dit que M. Hasse[2] l'a mal compris lorsqu'il lui attribue l'opinion que les filaments des bâtonnets se terminent par un renflement ou un bouton; il y a bien un bouton, mais il ne forme pas l'extrémité de ces filaments. M. Schultze répète du reste que le filament du bâtonnet est une fibre nerveuse, parce qu'il peut devenir variqueux, mais il va maintenant plus loin et déclare dans ses conclusions, qu'il présente toutefois seulement comme provisoires, que la partie intérieure des bâtonnets et des cônes est identique à de fines fibres nerveuses ou à des axes cylindriques nus; la partie extérieure des bâtonnets se compose de plaques fortement réfringentes; la différence est moins grande entre les deux parties des cônes; la partie intérieure des bâtonnets et des cônes perçoit peut-être la lumière, leur partie extérieure la réfléchit. Sa théorie subit ici une modification; car, à l'aide de cette double propriété, on pourrait la combiner avec ma théorie de la couche des bâtonnets et des cônes, considérée comme appareil catoptrique. On trouve les mêmes vues exposées dans un autre mémoire de la même année.[3] Il pose en effet l'alternative que la partie extérieure des bâtonnets ou n'est qu'un miroir, sans continuité avec les nerfs et par suite étrangère à la perception, ou est une extremité nerveuse et douée de faculté perceptive, auquel cas les phénomènes compliqués de réflexion qui se passent dans son intérieur, sont en même temps la condition de la perception de la lumière.

Autant que j'ai pu le constater, c'est premièrement dans son mémoire de 1869[4] que M. Schultze représente des varicosités sur les filaments de cônes composés de fibrilles de la Macula lutea, mais le dessin est beaucoup trop colossal relativement au grossissement de 400 qu'il a employé. Il dit dans ce mémoire qu'il y a lieu de supposer que le mouvement des ondes lumineuses se transforme en mouvement nerveux dans la partie extérieure des bâtonnets et des cônes. Il faut en effet remarquer à l'égard de l'incertitude qui règne dans ses théories, que, malgré l'assertion précitée, il penche déjà dans son

---

[1]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1867, 3, p. 219, 237.

[2]) C. Hasse, Zeits. f. rat. Med. 1867, 29, p. 248—249. Comme il a observé que du bouton part un filament court et fin qui se dirige intérieurement vers la „Zwischenkörnerschicht," il regarde le bouton comme une petite cellule ganglionnaire interpolée!

[3]) M. Schultze, über die Endorgane der Sehnerven im Auge der Gliederthiere; Schultze, Archiv für mikroskopische Anatomie 1867, 3, p. 404.

[4]) M. Schultze, Archiv für mikroskopische Anatomie 1869, 5, p. 379, 399 Anm., Pl. 22, Fig. 11, A og a'.

mémoire précédent vers l'opinion émise par M. Hensen,[1] que c'est seulement la partie extérieure des cônes (*Zapfenstäbchen*) qui jouit de la faculté perceptive.

En attribuant aux filaments des bâtonnets et des cônes, dans son mémoire de 1871,[2] toutes les propriétés des fibres nerveuses, M. Schultze ajoute qu'ils reposent au sein d'une substance spongieuse non nerveuse; il regarde en outre les grains des bâtonnets et des cônes comme des cellules nerveuses bipolaires. L'extrémité du filament qui aboutit à la Membrana limitans externa, est la plus épaisse chez l'homme et les mammifères. La partie intérieure des bâtonnets et des cônes étant une continuation directe de leurs filaments respectifs, la substance en doit, pour ce motif, être considérée comme nerveuse; la structure fibrillée des filaments ne commence qu'à une certaine distance de la Membrana limitans externa, et forme l'appareil fibreux décrit par lui. Entre les parties intérieure et extérieure des bâtonnets et des cônes se trouve une gaîne de fibres fines, laquelle provient peut-être des corbeilles fibreuses de la partie intérieure, qui se continuent probablement aussi dans les sillons longitudinaux de la partie extérieure, lorsqu'il en existe, et peut-être sont en rapport avec les prolongements des cellules du pigment, liiason que j'ai déjà indiquée dans mon premier mémoire sur la rétine. M. Schultze conclut également ici que la partie extérieure des bâtonnets et des cônes perçoit et réfléchit la lumière en même temps.

Dans son dernier mémoire de 1872,[3] M. Schultze rassemble les résultats de ses recherches antérieures relativement à l'homme, et cherche à prouver que les filaments minces des bâtonnets, aussi bien que les filaments plus épais des cônes, sont pâles, lisses et, les premiers surtout, très caducs. Dans des solutions étendues d'acide chromique ou d'acide hyperosmique, ils deviennent variqueux, se gonflent et disparaissent, absolument comme les fibres cérébrales de l'épanouissement du nerf optique. Les filaments des cônes, qui sont un peu plus résistants, se comportent d'une manière analogue, ce qui se voit le mieux dans la Macula lutea; par un durcissement modéré ils deviennent pâles et lisses, et, dans des solutions qui rendent variqueuses les fibres du nerf optique, ils présentent également le plus souvent des varicosités distinctes, se gonflent et se dissolvent; ils ressemblent aussi aux fibres du nerf optique en ce qu'ils sont striés en long, comme si, de même que des axes cylindriques plus épais, ils étaient formés de fines fibrilles; dans un autre endroit, il dit même qu'ils prennent naissance par la réunion d'un grand nombre

---

[1]) V. Hensen, über eine Einrichtung der Fovea centralis retinæ, welche bewirkt, dass feinere Distanzen als solche, die dem Durchmesser eines Zapfens entsprechen, noch unterschieden werden können; Virchow, Archiv für pathologische Anatomie 1865, 34, p. 402. Cfr. J. W. Hulke, on the anatomy of the fovea centralis of the human retina; Philosophical transactions for the year 1867, 157, p. 113. W. Zencker, Archiv für mikr. Anat. 1867, 3, p. 248.

[2]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1871, 7, p. 251.

[3]) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 992, Fig. 348—350, p. 1005, Fig. 357.

de fines fibrilles, et déclare que plusieurs motifs (qu'il ne mentionne pas cependant) rendent vraisemblable que les filaments des bâtonnets ont une structure analogue. Sur sa figure schématique, cependant, aucun filament ne porte trace de stries longitudinales. Les bâtonnets et les cônes sont les organes terminaux des fibres du nerf optique, et, comme nous l'avons déjà dit, c'est dans ces organes que le mouvement des ondes lumineuses se transforme en mouvement nerveux.

Nous voyons ainsi comment M. Schultze, après avoir observé que les filaments des bâtonnets peuvent devenir variqueux, en a pris occasion pour les déclarer nerveux, et en conclure ensuite que les bâtonnets eux-mêmes doivent aussi être nerveux. Nous voyons en outre comment il est d'abord en doute à l'égard des filaments des cônes, qu'il compare tantôt à des fibres sans moelle, tantôt à des axes cylindriques, jusqu'à ce qu'enfin il les fasse rentrer dans le domaine nerveux, après quoi, toujours suivant la même logique, il en arrive, après beaucoup de doute, à regarder aussi les cônes comme des organes nerveux, et à interpréter dans le même sens les corbeilles et autres appareils fibreux douteux observés par lui, mais finalement se réserve cependant une porte ouverte, en admettant, après quelque hésitation, que la partie extérieure des bâtonnets et des cônes peut servir aussi bien à la perception qu'à la réflexion, ou n'est, comme il le dit dans son dernier mémoire, qu'un appareil auxiliaire non nerveux servant seulement à la réflexion. Arrivé à ce point, il est naturel qu'il déclare les grains des bâtonnets, qui suivant lui sont intercalés dans les filaments des bâtonnets, des cellules nerveuses bipolaires; mais, en déclarant également les grains dits de cône des cellules nerveuses bipolaires, il fait violence aux caractères anatomiques, parce que ces grains ne sont pas intercalés dans les filaments, mais sont placés sur le cône comme une calotte, d'où le filament de cône sort intérieurement. Dans son dernier travail, il pense aussi que le filament de cône n'est en général pas interrompu par le grain de cône, mais sort de ce dernier.[1] Enfin, comme il met constamment en parallèle les bâtonnets et les cônes, les grains des bâtonnets et les grains des cônes, on ne saurait s'étonner qu'il cherche aussi une ressemblance entre les extrémités des bâtonnets et des cônes dans la *„Zwischenkörnerschicht“* (Membrana intermedia), ressemblance qui est absolument sans importance pour sa théorie, puisqu'il n'a pu prouver que les filaments traversent la membrane pour se réunir à ses fibres radiales nerveuses dans le Stratum granulatum internum, et fermer ainsi la chaîne nerveuse imaginée par lui. De moindre importance est l'hypothèse d'une substance intermédiaire spongieuse et non nerveuse entre les filaments des bâtonnets et des cônes, comme aussi la question de savoir si les grains des bâtonnets sont des cellules, ou s'ils sont placés dans le parcours des filaments, ce que je ne crois n'être le cas ni chez l'homme et les mammifères, ni moins encore chez les autres vertébrés, bien que

---

[1]) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 995. Cfr. aussi Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, 214, 215, les rapports chez les oiseaux et la grenouille.

M. Schultze les représente partout ainsi. Les grains des bâtonnets ne sauraient, suivant moi, être regardés comme quelque chose de particulier aux filaments des bâtonnets, puisqu'on les trouve dans la Fovea cœca, où les bâtonnets manquent en général complètement, et où il n'y a que des cônes avec leurs calottes.

Tandis que M. Müller procède par élimination pour établir que les bâtonnets et les cônes sont des organes percepteurs, parce qu'il n'y a pas dans toute la rétine de couche dont la petitesse des éléments réponde à la netteté de la vision, M. Schultze suit bien en partie cette voie, mais comme, en tête d'une des premières pages de son mémoire de 1866 [1], se trouve cette phrase: „*In der Stäbchen- und Zapfenschicht liegen die percipirenden Nervenenden, daran ist nicht zu rütteln,*“ il anticipe, et ce n'est que plus tard qu'il cherche en même temps une preuve anatomique dans la structure nerveuse des filaments des bâtonnets et des cônes. C'est surtout en se basant sur leurs varicosités, qu'il les déclare des fibres cérébrales semblables à celles de l'épanouissement du nerf optique; car les autres caractères qu'il mentionne, à savoir que les filaments sont pâles, lisses, en partie striés en long et caducs (ce qu'en réalité ils ne sont pas toujours, par ex. dans la Macula lutea), sont si vagues que personne n'en pourra conclure si un filament est une fibre cérébrale. Relativement aux varicosités, je les ai bien présentées comme caractéristiques des fibres nerveuses et cérébrales, tandis que M. Müller,[2] qui en a quelquefois vu sur des filaments de bâtonnets et de cônes, et en a représenté une sur un filament de bâtonnet de la perche, est loin cependant de vouloir les regarder comme une preuve absolue qu'ils sont des fibres nerveuses, et que M. Krause[3] mentionne que beaucoup d'autres fibres, par ex. les fibres radiales du lapin, peuvent aussi devenir variqueuses. De même que M. Müller, je n'ai vu que rarement un renflement fusiforme sur un filament de bâtonnet; mais lorsqu'on n'a pas d'opinion préconçue, on ne comparera jamais un pareil renflement avec une varicosité sur une fibre de l'épanouissement du nerf optique, ni en général le filament de bâtonnet lui-même avec une fibre cérébrale. C'est toutefois une de ces différences qu'il est plus facile de voir que de décrire; mais que ces renflements soient aussi fréquents que les représente M. Schultze, cela ne concorde ni avec mes recherches, ni avec celles d'autres observateurs; de ses nombreux dessins de filaments de bâtonnets, il y en a en effet bien peu qui ne présentent un ou plusieurs renflements, tandis que, dans son mémoire de 1866, on ne trouve aucune varicosité sur les filaments des cônes, bien qu'elles dussent être très visibles sur les longs filaments des cônes de la Macula lutea; ces derniers sont, suivant M. Schultze, de même nature qu'à la périphérie de la rétine, pâles, lisses et semblables à des axes cylin-

[1]) M. Schultze, Archiv für mikr. Anat. 1866, 2, p. 178.

[2]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 104, Anm., Pl. 1, Fig. 8, d. Pag. 8 il ne mentionne des varicosités que sur les filaments des bâtonnets.

[3]) W. Krause, membrana fenestrata 1868, p. 17.

driques, mais de varicosités, il n'en est pas question avant 1869. D'un autre côté, si les filaments des cônes ont, comme le prétend M. Schultze, le caractère d'axes cylindriques, on ne voit pas clairement comment il peut s'y produire de varicosités, puisque, selon l'opinion généralement admise, elles ne peuvent se former que s'il y a de la moelle, et que par suite elles ne sauraient se trouver sur les filaments des cônes, du moment qu'on les considère comme des fibres sans moelle. Toutes ces considérations rendent très douteux que les quelques renflements qu'on peut quelquefois rencontrer sur les filaments des bâtonnets, soient réellement des varicosités dans la même signification que celles des fibres cérébrales. A cela vient s'ajouter que les fibres cérébrales se conservent en général bien, tant à l'état frais qu'après le durcissement dans des solutions plus ou moins concentrées, tandis que les filaments des bâtonnets (non ceux des cônes) sont très caducs. Que des restes des petits rameaux par lesquels les grains des bâtonnets, chez l'homme et les mammifères, sont attachés aux filaments des bâtonnets, aient été confondus avec des varicosités, je ne saurais l'assurer, mais ce n'est pas impossible.

Mais même en admettant que les filaments des bâtonnets et des cônes puissent devenir variqueux, et soient en conséquence des fibres cérébrales, il est cependant téméraire d'en conclure que, par cela seul, les organes auxquels ils aboutissent, sont nerveux. Il me semble qu'on pourrait, avec tout autant de raison, déclarer nerveuse une fibre musculaire, parce qu'elle est dans un certain rapport avec une fibre nerveuse. Il faut en effet se rappeler que les filaments des bâtonnets et des cônes ne pénètrent pas dans les bâtonnets ni les cônes, dans l'intérieur desquels on ne peut les suivre, mais y aboutissent seulement, et c'est surtout le cas pour les filaments des cônes, qui se terminent aux calottes, tandis que ceux des bâtonnets forment certainement un tout avec la partie intérieure des bâtonnets, parce qu'on peut voir le bâtonnet d'un côté de la Membrana limitans externa, et le filament, avec les grains qui y sont attachés, suivre la même direction à travers la membrane. L'hypothèse d'une transmission nerveuse à travers la membrane vient également se heurter à la même difficulté en ce qui regarde les cônes. M. Müller ne s'est pas préoccupé de cette considération, parce qu'il ne connaissait pas la Membrana limitans externa comme membrane indépendante, et ne parle que d'une ligne sombre ou granulée qui sépare le Stratum granulatum externum de la couche des bâtonnets et des cônes. Relativement aux globules colorés chez les oiseaux et les reptiles, M. Krause [1] pense qu'ils ne sauraient permettre une transmission nerveuse, mais que des ondulations d'un éther peuvent bien y passer, d'où il conclut que la partie intérieure des cônes ne peut être nerveuse.

Remarquons encore que, si les bâtonnets et les cônes ont certains caractères communs et peuvent même se remplacer les uns les autres, il y en a cependant un grand

[1]) W. Krause, Zeits. f. rat. Med. 1861, 11, p. 183; membrana fenestrata 1868, p. 48.

nombre par lesquels ils diffèrent complètement. Outre les caractères microscopiques déjà décrits, nous mentionnerons, sous ce rapport, d'après MM. Krause, Braun et Schultze, que M. Isaacsohn contredit, il est vrai, en partie, l'action différente que le carmin et l'acide hyperosmique exercent sur les parties intérieures et extérieures des bâtonnets et des cônes. En tout cas, les caractères différents indiquent une fonction différente. M. Schultze[1] est aussi de cet avis. Comme la plupart des mammifères qui vivent dans l'obscurité (chauves-souris, hérissons, taupes, souris) n'ont que des bâtonnets, et que ces organes se trouvent aussi en majorité chez la chouette, il pense que les bâtonnets sont surtout destinés à la perception quantitative de la lumière (sensation de la lumière et de l'espace), et comme les couleurs ne peuvent être distinguées dans le crépuscule et l'obscurité, non plus par les animaux dont il s'agit, il suppose que les cônes sont les organes nerveux terminaux qui perçoivent les couleurs, mais non exclusivement, comme il n'est pas sûr que les bâtonnets soient entièrement privés de cette faculté. Il étend son hypothèse aux globules colorés de la rétine des oiseaux, dont la couleur doit être plus faible chez les oiseaux de nuit et dont les rouges manqueraient complètement, et il pense que les différentes couleurs ne laissent passer que certaines couleurs, de même que la couleur jaune de la Macula lutea, chez l'homme, a peut-être aussi une signification analogue relativement à la couleur violette, qui se distingue surtout par ses propriétés photochimiques. M. Krause[2] admire la hardiesse de ses conclusions quant à la chouette, et montre même que cet oiseau a des cônes et des globules colorés en quantité non moins grande que le faucon; d'après une observation ultérieure, l'Hirundo rustica a des globules jaunes comme la chouette. De même, le lapin, chez lequel M. Schultze n'a trouvé que des grains de bâtonnets, la hyène, la souris et d'autres animaux nocturnes, possèdent des cônes suivant M. Krause, mais il va certainement trop loin dans ses remarques sur l'importance du développement relativement colossal de la partie extérieure des bâtonnets chez les animaux nocturnes. Enfin, lorsque M. Dobrowolsky[3] émet l'opinion que les couleurs des globules huileux, chez les oiseaux et les reptiles, peuvent être mises en harmonie avec les trois couleurs fondamentales, c'est une hypothèse qui est aussi stérile que celle de M. Schultze, tant que la signification des bâtonnets et des cônes ne sera pas fixée, et qu'on ne connaîtra pas la loi qui préside à leurs variations; qu'on se rappelle d'ailleurs que des globules analogues fortement colorés manquent du moins chez les mammifères et les poissons. De même qu'il faut attribuer aux bâtonnets et aux

---

[1]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, pag. 208, 252, 254; Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1010.

[2]) W. Krause, membrana fenestrata 1868, p. 29—31.

[3]) W. Dobrowolsky, Archiv f. Anat. u. Phys. 1871, p. 224.

cônes une fonction différente, de même cette règle est applicable aux filaments des bâtonnets et des cônes, dont nous avons établi plus haut la structure anatomique différente.

Un autre argument contre la nature nerveuse de la couche des bâtonnets et des cônes, nous est fourni par les observations qu'on possède de la rétine des anencéphales et des hémicéphales. C'est ainsi que M. Wahl,[1] chez un enfant anencéphale, n'a trouvé à la place de l'épanouissement du nerf optique qu'un réseau vasculaire serré, formé de tissu cellulaire, qui constituait également le tronc du nerf optique; à en juger d'après son dessin, il s'y trouvait cependant des cellules cérébrales, bien qu'avec M. Blessig, il ne veuille pas reconnaître ces cellules comme nerveuses. Les autres couches, au contraire, notamment celle des bâtonnets et des cônes, étaient complètement développées. De même, M. Manz[2] a trouvé, chez 8 hémicéphales, que le nerf optique n'était formé que de tissu cellulaire et de vaisseaux; la Macula lutea était une fois remplacée par deux petits plis; une autre fois, elle était plus mince que le reste de la rétine, mais, dans tous les autres cas, la Fovea coeca et la couleur jaune manquaient. La couche des bâtonnets et des cônes ne différait pas de celle des yeux d'enfant normaux, et il relève que le Stratum granulatum externum était très-épais. A la place des couches des cellules et des fibres cérébrales, il y avait des espaces vides et un tissu cellulaire riche en cellules et en noyaux, et servant d'Adventitia à un très grand nombre de vaisseaux sanguins. M. Schultze[3] croit cependant que cette indépendance de la couche des bâtonnets et des cônes du nerf optique n'infirme pas sa nature nerveuse, mais prouve seulement que les couches extérieures peuvent, dans certaines conditions, se développer indépendamment des couches intérieures, de même qu'on peut rencontrer d'autres terminaisons nerveuses complètement développées près d'organes centraux absents. — Entre autres observations pathologiques, nous en citerons deux, de M. Müller et de M. Schultze. Dans deux yeux amaurotiques avec forte atrophie du nerf optique, M. Müller[4] a trouvé que les bâtonnets et les cônes, comme aussi les cônes de la Macula lutea, étaient parfaitement conservés, mais les fibres cérébrales étaient presque complètement disparues, et on ne pouvait avec certitude constater la présence des cellules cérébrales; en revanche, les deux Strata granulata et le Stratum granulosum ne manquaient pas dans la Macula lutea. Parmi les cas communiqués par M. Schultze,[5] l'un des yeux était extirpé pour cause

---

[1]) E. de Wahl, de retinæ textura in monstro anencephalico disquisitiones microscopicæ 1859, p. 32, Fig. 2.

[2]) W. Manz, das Auge der hirnlosen Missgeburten; Virchow, Archiv für pathologische Anamie 1870, 51, p. 347—348, Pl. 2, Fig. 1—3.

[3]) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1012.

[4]) H. Müller, anatomischer Befund bei einem Fall von Amaurose mit Atrophie des Sehnerven; Graefe, Archiv für Ophthalmologie 1857, 3, 1, p. 92.

[5]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 283, Pl. 13, Fig. 2, 3.

de staphylôme et l'autre, pour atrophie du nerf optique; dans les deux, les couches intérieures de la rétine étaient atrophiées, mais les cônes de la Fovea cœca étaient intacts, de sorte que M. Schultze a même utilisé ces yeux pour dessiner la Fovea cœca, mais ni lui ni M. Müller n'en ont conclu que les cônes ne sont pas nerveux. — Il existe enfin des expériences directes, mais à la vérité peu probantes, faites en vue de déterminer quels sont les éléments nerveux de la rétine. Outre celles de M. Lent sur la grenouille, qui n'ont abouti à aucun résultat, nous devons mentionner les expériences de M. Lehmann [1] sur la grenouille et surtout sur un chien, chez lequel toutes les couches de la rétine furent trouvées intactes 20 jours après la section du tronc du nerf optique, tandis que l'épanouissement du nerf optique était atrophié; si les cellules cérébrales n'étaient pas altérées, cela provenait seulement de ce qu'elles n'appartiennent pas aux éléments nerveux de la rétine, en quoi il se range à l'opinion de M. Blessig. M. Krause,[2] au contraire, après avoir fait la section du nerf optique chez le lapin et la poule, a constaté une dégénérescence graisseuse tant du nerf optique que des cellules cérébrales; en ce qui concerne ces dernières, la forme en est cependant conservée et représentée d'une manière très distincte; il croit toutefois que leur dégénérescence simultanée prouve que toutes les cellules cérébrales de la rétine sont en liaison avec les fibres du nerf optique, conclusion assurément très problématique, comme aussi qu'on doit être d'accord avec M. Hensen [3] que, même s'il se développe de la graisse dans les cellules cérébrales, il ne s'ensuit pas nécessairement qu'elles soient hors d'état de fonctionner. Moins vraisemblable semble être l'explication de M. Schultze,[4] que c'est seulement la partie centrale des bâtonnets et des cônes qui se conserve, tandis que les fines fibres nerveuses qu'il suppose dans leurs gaînes disparaissent.

De même que j'espère avoir déjà prouvé que la chaîne nerveuse que MM. Müller et Schultze ont essayé de construire avec les éléments de la rétine situés en dedans de la Membrana intermedia, est brisée dans chacun de ses anneaux, et que toute transmission continue doit s'arrêter à la Membrana intermedia, de même je crois avoir aussi démontré maintenant que les éléments situés en dehors de la Membrana intermedia, à savoir les bâtonnets et les cônes, avec leurs grains, leurs calottes et leurs filaments, ne sont ni nerveux ni en liaison continue avec les éléments situés en dedans de

[1]) E. Lehmann, experimenta quædam de nervi optici dissecti ad retinæ texturam vi et effectu 1857, p. 50, Fig. 2, 4.

[2]) W. Krause, membrana fenestrata 1868, p. 35, Pl. 2, Fig. 31, 33.

[3]) V. Hensen, Archiv f. mikr. Anat. 1868, 4, p. 349.

[4]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1869, 5, p. 399. Cette explication ne se trouve pas non plus dans le Handbuch de Stricker 1872, 2, p. 1012.

la Membrana intermedia. Ainsi tombe toute la théorie de MM. Müller et Schultze de la transmission et de la perception de la lumière à l'aide des bâtonnets et des cônes, considérés comme terminaisons du nerf optique. Mais je n'ose pas y substituer ma théorie catoptrique; car, bien que plusieurs faits puissent s'expliquer au moyen d'une réflexion produite soit par les bâtonnets et les cônes dans leur entier, soit par leur partie extérieure en forme de disque, soit encore par les corps lenticulaires qu'on a découverts plus tard, et qui appuient incontestablement ma théorie, il est cependant toujours difficile de comprendre comment une rangée de bâtonnets et de cônes, longue, par ex., comme une fibre de l'épanouissement du nerf optique, pourrait, par une image réfléchie sur la fibre, opérer la localisation ou l'isolation nécessaire des impressions lumineuses, comme on suppose cependant en général que chaque fibre ne représente qu'un point dans le cerveau. Mais je ne m'étendrai pas davantage à ce sujet, et renverrai le lecteur à mes mémoires précédents.[1]

Quelle est donc la signification de la couche des bâtonnets et des cônes, si elle n'appartient pas au système nerveux? L'évolution ne nous donne à cet égard que peu d'indications. Des recherches de MM. Kölliker, Remak, Babuchin et notamment Schultze sur le développement de la rétine, il résulte que les bâtonnets et les cônes se forment de la lamelle extérieure de la vésicule oculaire primitive, en croissant comme de petites éminences hémisphériques sur la surface externe d'une membrane que M. Schultze[2] considère chez la poule comme la Membrana limitans externa. Cela me semble douteux; car la membrane, qui, dans ce cas, aurait une certaine indépendance, séparerait alors le Stratum granulatum externum, pendant son développement, de la couche des bâtonnets et des cônes, avec laquelle il est dans l'union la plus étroite; peut-être faut-il plutôt interpréter la membrane comme la Membrana intermedia, qui n'apparaît que plus tard. Les éminences ci-dessus prennent peu à peu leur forme définitive; le 18me jour de l'incubation, on trouve déjà des globules huileux chez la poule. Le développement des cellules du pigment et de leurs gaînes suit pas à pas celui de la couche des bâtonnets et des cônes, tandis que le pigment ne se forme que plus tard dans la choroïde elle-même. Les bâtonnets et les cônes se développent aussi chez les mammifères relativement plus tard que les autres couches, et M. Schultze a même trouvé que les lapins et les chats nouveau-nés ne possèdent pas trace de bâtonnets ni de cônes. C'est ce que j'ai déjà constaté auparavant chez un embryon de lapin long de $1^1/_2$ pouce; mais, chez un chat nouveau-né, j'ai trouvé que la

---

[1]) A. Hannover, das Auge 1852, p. 58—65. Zeits. f. wiss. Zool. 1853, 5, p. 17—25. W. Krause (membrana fenestrata 1868, p. 50—54) a recueilli les diverses théories de la lumière et des couleurs.

[2]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 241; il compare avec la Membrana limitans externa une couche formée de prolongements de cellules en forme de triangle, sur la surface interne des ventricules du cerveau chez des fœtus de poules, de lapins et de moutons, ibidem p. 166.

surface externe de la rétine avait presque la même apparence que chez l'animal adulte; la mosaïque était seulement composée de cercles bien plus petits, à contours vagues, et les cônes s'y montraient, à des intervalles déterminés, sous forme de taches claires ou foncées.[1] La rétine d'un enfant nouveau-né ne diffère, comme on sait, en rien d'essentiel de celle d'un adulte. En se basant sur l'évolution, M. Krause[2] pense que les bâtonnets et les cônes sont des formations de la peau, opinion qui a aussi été émise par M. Hasse.[3] J'incline également vers cette manière de voir; mais, à cause de leur étroite liaison anatomique avec les cellules à six pans du pigment, je voudrais plutôt les appeler une formation épithéliale. Cette opinion n'exclut naturellement pas la possibilité que les bâtonnets et les cônes aient en même temps une signification catoptrique. Les éléments du Stratum granulatum externum, notamment toutes les parties filamenteuses, doivent sans doute être rapportés aux formations du tissu cellulaire, à l'exception peut-être des calottes, qui semblent constituer un tout avec les cônes. Mais on ne saurait se ranger à l'ancienne opinion de M. Blessig,[4] que les bâtonnets et les cônes eux-mêmes sont des formations du tissu cellulaire.

II. Stratum pigmenti.

La forme fondamentale de la cellule du pigment est la colonne à six pans, avec une hauteur très variable chez les différents animaux; il n'y a pas non plus de rapport déterminé entre la largeur de la cellule et l'épaisseur des bâtonnets et des cônes ou leur nombre relatif. La partie extérieure de la cellule, plus claire que la partie intérieure, est sans doute toujours munie d'un noyau et solide; la partie intérieure est membraneuse, et les membranes sont ordinairement plissées et chargées de pigment sur leur surface intérieure. La longueur des membranes, maximum chez les poissons, décroît chez la grenouille et la poule; chez l'homme, elles ne sont représentées que par des tubes fins et courts. Ces membranes forment les gaînes découvertes par moi des bâtonnets et des cônes, lesquels y plongent plus ou moins profondément suivant la longueur des membranes. Cette connexion étroite entre les deux espèces d'éléments prouve que le pigment appartient à la rétine, et ne peut plus être considéré comme appartenant à la choroïde, sur quoi MM. Babuchin, Krause et Morano ont déjà appelé l'attention. Je n'entreprendrai pas ici de discuter si l'évolution et la physiologie de la vision sont favorables à cette

---

[1] A. Hannover, Recherches microscopiques sur le système nerveux 1844, p. 64; on y trouve aussi décrits les caractères analogues chez d'autres animaux nouveau-nés ou jeunes.

[2] W. Krause, membrana fenestrata 1868, p. 35.

[3] C. Hasse, Zeits. f. rat. Med. 1867, 29, p. 243.

[4] R. Blessig, de retinae textura 1855, p. 61.

opinion. Il y a des globules huileux colorés chez quelques animaux, mais ils n'ont pas avec certitude été constatés chez tous. J'ajouterai maintenant quelques remarques sur les cellules du pigment chez divers animaux.

M. Müller [1] a donné une bonne description des cellules du pigment chez les poissons, mais il ne croit pas que les membranes du pigment entourent entièrement les cônes, ce que j'ai posé auparavant comme une conjecture; la hauteur qu'il indique pour les cellules de la perche est cependant plus grande que celle que j'ai trouvée chez le brochet, savoir $0,^{mm}1$ à 0,2. La forme de pigment que j'ai mentionnée comme albinisme doit plutôt, suivant M. Müller, être comparée avec la forme qu'on rencontre, sur le tapis, chez beaucoup d'animaux, parce qu'elle appartient à certaines espèces de poissons, et n'est pas une particularité spéciale à quelques individus, chose que je n'ai pas prétendue.

M. Müller [2] remarque avec raison au sujet des globules jaunes de la grenouille, qu'ils appartiennent exclusivement aux cellules du pigment; il ne dit d'ailleurs que peu de chose de la structure de la cellule. M. Manz [3] n'a pas réussi à trouver des gaînes membraneuses proprement dites chez la grenouille. M. Morano [4] représente les cellules du pigment de la grenouille comme une mosaïque de cellules à six pans, un peu allongées, au milieu desquelles est ordinairement une tache claire où le noyau semble reposer. Les cellules sont plus grandes à la périphérie, et les globules huileux orangés augmentent en nombre, ce que je n'ai pas observé. En profil, les cellules apparaissent non comme un epithelium pavimenteux, mais comme des cylindres distincts composés d'une partie supérieure (extérieure) incolore et d'une partie inférieure pigmentée. Le rapport des grandeurs de 1 : 3 est inexact; le noyau ne repose pas non plus sur la limite entre les deux parties, ni le globule huileux en général seulement dans la partie incolore. Il a bien vu la partie pigmentée striée en long, mais il doit avoir confondu l'extrémité intérieure des cellules avec l'extérieure, parce qu'il remarque au sujet de leur base qu'elle a un caractère irrégulier et est comme frangée; car cela s'applique précisément à l'extrémité intérieure des cellules. Cette extrémité, suivant lui basale, présente deux caractères différents; ou on trouve une houppe de 30 à 40 poils fins, l'axe longitudinal des molécules du pigment ayant la même direction que les poils, ou la base de la cellule devient pointue et se transforme en une expansion membraneuse qui se ferme. Cette forme tubulaire, ce sont les dents décrites par moi qui s'appliquent les unes contre les autres, mais c'est moins distinct chez la grenouille que chez le brochet. Etudier les rapports des cellules aux

[1]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 14—16.
[2]) H. Müller, ibidem p. 28, 30.
[3]) W. Manz, Zeits. f. rat. Med. 1861, 10, p. 303.
[4]) F. Morano, Archiv f. mikr. Anat. 1872, 8, p. 83, Pl. 4. Toutes les figures, à l'exception de la Fig. 21 relative à la Salamandra maculata, se rapportent à la grenouille, qui constitue la base de ses recherches.

bâtonnets dans l'acide hyperosmique n'est pas heureux, parce que la partie incolore des cellules disparaît, ce qui n'arrive pas avec l'acide chromique, dont je me suis servi. M. Morano attribue 12—15 bâtonnets à une cellule; mais quelques cellules n'en ont que 5 ou 3, suivant leur largeur, et il y en a même, surtout au centre de la rétine, chez lesquelles on ne compte qu'un bâtonnet par cellule; il n'a évidemment ici eu devant lui que des fragments d'une cellule. A la périphérie, il a trouvé les grandes cellules du pigment avec 15 bâtonnets ou davantage; dans la partie ciliaire, les cellules deviennent très petites. Il dit en outre que des cordons de pigment *(Pigmentschnüre)* s'étendent jusqu'à l'extrémité de la partie intérieure des bâtonnets, par conséquent jusqu'à la Membrana limitans externa, mais ses Fig. 14, 16, 17 et 18, qui doivent le montrer, pourraient s'interpréter tout autrement. Sa Fig. 13 n'est pas claire, parce qu'on voit deux petits corps ovales allongés d'où descendent des cordons de pigment des deux côtés d'un bâtonnet; dans d'autres cas, il a vu les cordons du pigment aller jusqu'entre la partie intérieure des cônes et les bâtonnets environnants. M. Merkel [1] dit aussi que les prolongements du pigment atteignent la Membrana limitans externa, ce qui n'est pas le cas; M. Morano n'a non plus trouvé la partie intérieure pigmentée chez le triton ni d'ordinaire chez la Salamandra maculata, ce que M. Merkel avait déjà fait remarquer. Quant aux rapports du pigment avec les cônes, chez la grenouille, ils ne sont clairs ni pour M. Merkel ni pour moi.

Chez les oiseaux, M. Müller [2] a surtout décrit les cellules et les gaînes du pigment après qu'elles avaient déjà subi des altérations, de même que l'ont fait des auteurs antérieurs qui n'en ont pas reconnu la vraie nature. Il remarque avec raison que le pigment ne saille jamais au-dessus des globules colorés. Chez des embryons de poule, M. Morano [3] a trouvé des cellules cylindriques avec une coupole étroite incolore et sans globules colorés dans leur intérieur. Je n'ai pas observé des gaînes de pigment chez des pigeons nouveau-nés, mais seulement chez des individus âgés de 4 jours.[4]

Chez l'homme, M. Henle [5] a vu quelquefois des cellules à huit pans entourées régulièrement de petites cellules à cinq pans, ce qui n'a été confirmé par aucun observateur. Il plaçait d'abord la masse des molécules du pigment extérieurement vers la choroïde, et la partie claire de la cellule avec le noyau intérieurement, mais il a rectifié cette erreur dans un mémoire postérieur. Il y nie cependant à tort que les cellules aient une membrane cellulaire indépendante; elles sont situées suivant lui sur la surface interne d'une membrane dite basale. Sur sa Fig. 473, A, qu'on peut comparer avec ma Fig. 56, Pl. VI, le pigment est représenté sous forme de petits anneaux.

---

[1]) F. Merkel, Archiv f. Anat. u. Phys. 1870, p. 643.
[2]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 39.
[3]) Morano, Archiv f. mikr. Anat. 1872, 8, p. 84.
[4]) A. Hannover, Recherches microscopiques sur le système nerveux 1844, p. 65.
[5]) J. Henle, Allgemeine Anatomie 1841, p. 281; Eingeweidelehre 1866, p. 621, Fig. 473.

C'est M. Müller[1] notamment qui a fait remarquer que le pigment est surtout concentré intérieurement, et que la partie claire extérieure se maintient plus longtemps inaltérée. Sur la surface interne des cellules, les bâtonnets pénètrent entre les molécules du pigment, de sorte que lorsqu'on détache la rétine, la moitié extérieure des bâtonnets accompagne le pigment, tandis que, dans d'autres cas, ce sont les cônes seuls qui accompagnent la rétine. Il croit aussi avoir vu chez les ruminants de nombreuses fossettes répondant aux bâtonnets, lesquelles M. Kölliker n'a cependant pu découvrir; mais ces préparations montrent précisément que les gaînes du pigment, chez l'homme, ne sont pas de la même nature que chez les autres vertébrés, en quoi je suis d'accord avec lui. Chez les lapins (albinos), les cellules renferment une ou plusieurs gouttes graisseuses et assez souvent deux noyaux. M. Hasse[2] mentionne qu'il y a, suivant M. Steinlin, des prolongements pigmentés ou non pigmentés dans la substance intermédiaire qui se trouve entre les cellules du pigment et les cônes. Je ne crois pas qu'il en existe chez l'homme; je n'ai vu qu'une seule fois une cellule comme celle de la Fig. 56, b, Pl. VI, et je ne sais au juste comment l'interpréter. Je ne saurais non plus être d'accord avec M. Schultze,[3] qui admet et représente chez l'homme des gaînes de pigment extrêmement caduques, qui intérieurement se résolvent en une grande quantité de poils fins, souvent entièrement incolores, ressemblant à un amas de cils vibratils; chez l'homme, ils s'étendent au moins jusqu'au point de rupture entre les parties intérieure et extérieure des bâtonnets et des cônes, et, chez plusieurs animaux, jusque vers la région de la Membrana limitans externa. Je crois que cette apparence est due à une coagulation produite par l'acide hyperosmique. De la description de M. Morano, je mentionnerai seulement que, suivant lui, les cellules sont généralement bien plus petites, et les grains de pigment, plus gros et moins aciformes chez les mammifères que chez les autres animaux.

En ce qui concerne les diverses localités de la rétine humaine, plusieurs observateurs ont relevé la teinte plus foncée du pigment dans la Macula lutea. M. Müller[4] a trouvé que les cellules, tout en conservant leur largeur ordinaire de 0,01$^{mm.}$, y sont beaucoup plus hautes qu'ailleurs, à savoir de 0,016$^{mm.}$, et qu'une partie du pigment reste adhérente aux cônes jusqu'à une profondeur de 0,01$^{mm.}$, ce qui semblerait indiquer des gaînes de pigment; dans le pourtour de la Macula, les cellules du pigment changent peu à peu de forme. M. Schultze[5] remarque au sujet des cônes de la Macula que leurs

[1]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 50, Pl. 2, Fig. 24.

[2]) C. Hasse, Zeits. f. rat. Med. 1867, 29, p. 245.

[3]) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p, 1018, Fig. 359; Archiv f. mikr. Anat. 1867, 3, Pl. 13; la Fig. 16, b n'est pas bonne.

[4]) H. Müller, Bemerkungen über die Zapfen am gelben Fleck des Menschen; Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschrift 1861, 2, p. 229.

[5]) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1023.

pointes sont entourées de gaînes de pigment, et qu'ils s'étendent jusqu'à la partie extérieure incolore des cellules du pigment; il n'est cependant guère probable qu'on puisse, comme il le prétend, voir du dehors les extrémités linéolaires des pointes des cônes comme des taches claires dans le pigment noir.

INTROITUS NERVI OPTICI.

J'ai déjà décrit ailleurs quelques-unes des différences anatomiques que présente chez l'homme le lieu de l'entrée du nerf optique.[1] Relativement aux caractères microscopiques, je rappellerai seulement ici que le tronc du nerf optique, chez tous les vertébrés, est dans son intérieur divisé en faisceaux, qui sont entourés de tissu cellulaire; lorsque le nerf s'épanouit ensuite sur la surface interne de la rétine, ce tissu donne naissance aux fibres radiales. M. Müller[2] croit bien que le nerf, après son entrée, n'est pas divisé en faisceaux aussi nettement séparés par des gaînes spéciales qu'avant son entrée. C'est vrai, en tant que la masse des filaments de tissu cellulaire diminue après l'entrée, mais elle est toujours assez forte pour isoler complètement les faisceaux. M. Müller remarque aussi que les fibres radiales semblaient, dans quelques cas, se continuer vers les faisceaux des fibres cérébrales dans la Lamina cribrosa, et j'ai vu leurs ombelles dans le bourrelet que le nerf forme immédiatement après son entrée, après quoi les ombelles augmentent en dehors. La division en faisceaux n'est du reste pas également distincte dans tous les yeux, de même qu'il y a des yeux où il est difficile de voir les fibres radiales, comme nous l'avons dit plus haut. — Le pigment diffus qui se trouve dans la Lamina cribrosa, et qui, chez quelques animaux, le boeuf par ex., est très développé et s'étend loin dans le tronc, doit contribuer encore davantage à rendre le lieu de l'entrée insensible à la lumière.

Il est fort douteux que les cellules décrites par M. Klebs[3] sur la surface interne de l'épanouissement du nerf optique dans la Fossa vasorum cerebralium, soient les cellules cérébrales que j'ai observées au même endroit (cfr. p. 72). M. Klebs admet que le tronc du nerf optique, peu avant son entrée dans l'œil, est divisé en trois parties, qui diffèrent au point de vue de la couleur, de la marche des faisceaux et de la quantité de tissu cellulaire interposé, mais il n'indique aucune différence dans la structure des fibres cérébrales. Dans le voisinage de la Fossa vasorum cerebralium, il a trouvé un grand nombre de cellules particulières, en partie au centre, en partie, mais plus rares,

---

1) A. Hannover, das Auge 1852, p. 75. Cfr. aussi H. Müller, über Niveauveränderungen an der Eintrittsstelle des Sehnerven; Graefe, Archiv für Ophthalmologie 1858, 4, 2, p. 1.

2) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 80.

3) E. Klebs, Archiv f. path. Anat. 1860, 19, p. 334, 329.

le long de la surface de la fosse. Les cellules étaient rondes, avec une membrane distincte, un contenu clair, un gros noyau foncé et des prolongements de différents côtés. Suivant lui, elles constituent sous forme de réseau l'origine de la Membrana limitans interna, tandis que les cellules centrales forment la racine de l'Hyaloidea. D'après ses recherches, les couches de la rétine les plus voisines du nerf optique, sont d'abord seulement les bâtonnets et le Stratum granulatum externum, puis viennent le Stratum granulatum internum et enfin le Stratum granulosum, avec des cellules cérébrales disséminées entre cette dernière couche et celle du nerf optique. Comme je l'ai exposé plus haut (p. 74), il est probable que des différences individuelles jouent un rôle dans l'apparition variable des couches autour du nerf optique. A cet égard, comme relativement aux fibres cérébrales épaisses et aux différentes membranes qui entourent le tronc du nerf optique, je renvoie à la partie histologique de ce mémoire. [1]

MACULA LUTEA ET FOVEA COECA.

La Macula lutea est, comme on sait, caractéristique de l'œil de l'homme et du singe; elle se trouve exceptionnellement chez quelques oiseaux (H. Müller, M. Schultze), chez le caméléon (H. Müller) et peut-être chez quelques autres reptiles (Knox, Hulke). La couleur, la forme et la grandeur en varient. La Macula est en général ovale en travers, avec une teinte plus forte à l'intérieur et plus faible à l'extérieur, mais dont la limite ne peut pas toujours être indiquée avec certitude. M. Müller a trouvé dans un œil un diamètre horizontal de 0,$^{mm.}$ 88 et un vertical de 0,$^{mm.}$ 53, mais, avec la teinte plus faible, de 2,$^{mm.}$ 1 et 0,$^{mm.}$ 88; dans un autre œil, la teinte plus forte avait une étendue de 1,$^{mm.}$ 5 et de 0,$^{mm.}$ 8, mais la teinte plus faible, une encore plus grande; M. Kölliker donne 1'''44 et 0'''36, M. Huschke, $1^1/_2$''' et 1'''; M. Henle porte même le diamètre de la teinte plus forte à 2$^{mm.}$ La distance du bord du nerf optique à la Fovea cœca (la Plica centralis) est également indéterminée et varie de 1'''286 à 1'''56 (Hannover); la distance du centre de l'entrée du nerf optique à la Fovea varie de même avec les observateurs entre 1'''8 (Listing), 1'''69 (Weber), $1^5/_6$''' (Hulke), 1'''—1'''2 (Kölliker). La Fovea cœca présente aussi une forme et une profondeur variables; si, comme je l'ai proposé, on en fixe la limite extérieure aux fibres cérébrales du nerf optique, le diamètre de la surface entière est de 1,$^{mm.}$ 5 environ; si cette limite est déterminée d'après l'absence du Stratum granulosum, la surface est réduite de beaucoup. M. Henle n'évalue le diamètre de la Fovea qu'à 0,$^{mm.}$ 2 environ, e l'épaisseur de la rétine

---

[1]) Cfr. A. Key og G. Retzius, Studier i nervsystemets Anatomi; nordiskt medicinskt Arkiv 1872, 4, Nr. 21 et 25, p. 17.

dans la Fovea à 0,mm 1. L'absence de bâtonnets ne peut servir à déterminer la limite de la Macula ni celle de la Fovea, parce que j'ai rencontré des bâtonnets isolés près de la Fovea.

Ces variations, auxquelles on peut encore ajouter l'épaisseur des diverses couches, peuvent bien être considérées comme individuelles et dépendent peut-être de l'âge et du sexe, mais elles sont probablement aussi en rapport avec l'évolution, la fente de l'œil s'étant fermée pendant des phases différentes du développement. On ne saurait en effet guère douter que la Macula et la Fovea, comme j'ai cherché à le prouver par la relation avec le Coloboma oculi, ne soient des restes de la fente oculaire fœtale, et M. Hensen [1] est certainement le seul à prétendre que cette fente est diamétralement opposée à la Fovea, et qu'elle se ferme complètement chez l'homme avant que la Fovea prenne naissance. M. Remak [2] mentionne dans un œil sain une fente située, à ce qu'il semble, dans le méridien de la fente embryonnaire. M. Müller, [3] qui met en relation avec l'existence d'une Fovea cœca le disque clair qui, d'après les expériences de Purkinje sur la figure vasculaire de l'œil, se montre dans la région de l'axe de l'œil, s'est de même positivement convaincu qu'à l'endroit en question, même chez l'homme vivant, il peut se trouver une petite fissure dans la rétine. Ce fait fût-il même tout exceptionnel, comme le dit M. Müller, il n'en est pas moins certain que la Fovea cœca, dans l'étendue que je lui donne, est la localité la plus incomplète de toute la rétine, parce que le nerf optique, le Stratum granulosum, et en partie peut-être, la Membrana intermedia, y manquent entièrement, sans compter que la couche des cellules cérébrales est beaucoup plus mince au milieu de la Fovea que plus loin en dehors. Les éléments nerveux les plus importants faisant ainsi défaut, ce n'est pas, ce me semble, sans fondement que je concluais, il y a plus de 20 ans, que la Macula [4] est tout à fait étrangère à la perception distincte de la lumière, et, par suite, que le siége de la vision distincte ne se trouve pas auprès de l'axe de l'œil, comme M. Müller [5] et d'autres le supposent; la Fovea doit d'ailleurs, d'après M. Helmholtz, être située un peu en dehors et, ordinairement, un peu en dessous de l'extrémité postérieure de l'axe de l'œil. Si cette conclusion est exacte, il importe peu que les cônes les plus minces se trouvent précisément sur la surface externe de la Fovea. M. Schultze [6] va ici encore plus loin, et pense qu'à l'égard de la finesse de la

[1] V. Hensen, Archiv f. mikr. Anat. 1868, 4, p. 350.

[2] R. Remak, allg. med. Centralz. 4. Januar 1854, p. 1.

[3] H. Müller, Würzb. Verh. 1855, 5, p. 423.

[4] A. Hannover, Zeits. f. wiss. Zool. 1853, 5, p. 21; provisoirement, il ne faut penser ici qu'à la Fovea, ce qui résulte aussi de l'ensemble. Cfr. A. Kölliker, mikr. Anat. 1854, 2, 2, p. 702. Ce doit être par suite d'un lapsus calami, que M. Blessig (de retinæ textura 1855, p. 40) dit que je nie la Plica centralis et la — Fovea.

[5] H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 85.

[6] M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 233, 257.

Fig. 29 et 30), on voyait que les colonnes verticales se composaient d'un faisceau de filaments parallèles, étroitement unis et non ramifiés, à bords parallèles froncés et d'une épaisseur de 0,^{mm}·002. Une colonne se fendait quelquefois en forme de fourchette; vers les bords des plaques, les colonnes tendaient à se confondre. Transversalement, entre les colonnes, il y avait d'autres filaments cylindriques, lisses, non tordus, mais très fortement ramifiés, et la ramification s'étalait à la fin sous forme d'une membrane et s'attachait aux colonnes, en devenant extrêmement claire. Par ces filaments déliés tendus entre les colonnes, les plaques étaient divisées en un grand nombre de longues bandes étroites, qui peut-être étaient encore divisées en travers. Par contre, la surface même des plaques ne présentait pas une structure filamenteuse, mais se composait d'une masse foncée, granulée, sans structure, et il est vraisemblable que les surfaces étaient formées de la rétine fendue en deux lamelles, entre lesquelles se trouvaient les colonnes. La structure de la rétine ne pouvait d'ailleurs être reconnue à cause de l'opacité de la préparation à l'acide chromique. J'ai cherché à cette époque à établir l'analogie de ces plaques avec le pecten de l'œil des oiseaux, tandis que M. Müller [1] a émis plus tard l'opinion que cette puissante formation de filaments était due à un plus grand développement des fibres radiales; mais M. Henle [2] a donné la véritable interprétation de cette rare formation, en la considérant comme due à un développement plus considérable de la partie filamenteuse du Stratum granulatum externum (son *„äussere Faserschichte“*), et je me range complètement à son avis. Il suffit de comparer la Fig. 51, Pl. V, de l'œil normal avec les Fig. 29 et 30 du Coloboma. Ce sont les mêmes poutrelles ou colonnes verticales, composées de filaments plus fins avec une substance intermédiaire, qui, par le durcissement dans l'acide chromique, se coagule en feuilles minces. La partie filamenteuse du Stratum granulatum externum s'est développée dans le Coloboma dans des proportions bien plus grandes que dans l'œil normal, et a produit un corps dont la structure filamenteuse est devenue visible même à l'œil nu. La variation que présente l'œil normal relativement à la force et à l'étendue de la partie filamenteuse, s'explique maintenant sans difficulté par l'arrêt, à des moments différents, de la fermeture de la fente de l'œil, et l'état fœtal normal où se trouve la Macula lutea, considérée dans son ensemble, est également empreint dans la formation filamenteuse excessive d'une de ses couches, et est limité par elle.

Par conséquent, comme non-seulement la Fovea cœca, mais aussi son entourage dans une assez grande étendue, est incomplet et se trouve dans un état fœtal, cette partie ne semble pas apte à être le siége de la vision distincte. Mais aussitôt que les cellules

---

[1]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 72 Anm.
[2]) J. Henle, Göttinger Nachrichten 1864, Nr. 15, p. 318.

et les fibres cérébrales apparaissent en quantité suffisante autour de la Fovea cœca, rien n'empêche, au point de vue anatomique, de placer en cet endroit la vision distincte. Quant à l'adhérence, en général plus forte, à la choroïde, et à la couleur jaune de la Macula lutea, je les considère comme des attributs de la formation de la cicatrice.

Nous avons, pag. 83, traité du manque de symétrie de la Macula lutea et de la Fovea cœca, et on peut aussi y ajouter l'absence de symétrie que présentaient les deux plaques de l'œil colobomateux. — Nous allons maintenant passer en revue les diverses couches qui se trouvent dans la Macula lutea et dans la Fovea cœca.

Stratum fibrarum cerebralium. Le but de la marche curviligne des fibres cérébrales, qui a déjà été indiqué par MM. Michaelis et Wallace, est, d'après M. Müller, [1] d'amener à la Macula une plus grande quantité de fibres qu'elle n'en pourrait recevoir par le rayonnement essentiellement radiaire de l'entrée du nerf optique. Il suppose en outre qu'il ne passe pas par la Macula des fibres destinées à d'autres parties de la rétine, mais que généralement toutes les fibres qui vont jusqu'à la Macula s'y perdent ou s'y terminent. Cette opinion a déjà été émise par M. Kölliker,[2] qui prétend qu'il n'existe pas dans la Macula de couche continue de fibres cérébrales, ni de fibres entièrement superficielles; cependant des fibres isolées ne semblent pas y manquer. J'ai déjà combattu cette manière de voir, [3] mais M. Kölliker a continué de prétendre que, sur toute la surface de la Macula, il n'y avait que des cellules cérébrales. Qu'il ait en vue la Macula tout entière, cela résulte aussi de la circonstance que, dans la fixation de ses limites, il regarde le manque de bâtonnets et d'une couche de fibres cérébrales comme plus important que la couleur jaune, laquelle, dans un cas, était même de 0,‴01 plus petite que le pourtour de l'endroit où les bâtonnets et les fibres cérébrales manquaient. Remarquons à ce sujet qu'il est bien exact que des fibres cérébrales ne passent pas sur la ligne médiane horizontale de la Macula, mais les autres fibres décrivent en haut et en bas des arcs toujours plus marqués autour de la Fovea cœca, et continuent de l'autre côté de la Fovea leur marche originairement radiaire, sans que la périphérie contiguë à la Fovea reçoive un plus grand nombre de fibres; car la couche des fibres manque dans la Fovea cœca elle-même, est très mince à sa périphérie, et ne s'épaissit que peu à peu en haut et en bas. L'amincissement de cette couche vers la Fovea cœca ne provient donc pas, comme le pense M. Müller, de la circonstance que les fibres s'y terminent, mais est simplement la conséquence de leur parcours; il faut cependant se rappeler que les fibres

---

[1]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 65, 88.

[2]) A. Kölliker, mikr. Anat. 1854, 2, 2, p. 672, 689, 702. L'expansion du nerf optique est interrompue à la place de la macula lutea, de manière qu'il n'existe en cet endroit pas la moindre trace d'une couche de fibres nerveuses; Comptes rendus, 26. Sept. 1853.

[3]) A. Hannover, Zeits. f. wiss. Zool. 1853, 5, p. 20.

sont plus nombreuses en dedans qu'en dehors de la Fovea (cfr. p. 82). M. Müller a sans aucun doute été conduit à sa supposition, en voulant mettre le plus grand nombre de fibres possible en connexion avec les cellules cérébrales, afin de pouvoir ainsi, avec plus de facilité, transporter autour de la Fovea le siége de la vision distincte. Je ne saurais non plus me ranger à son opinion, que les fibres cérébrales non-seulement courent à la surface, mais aussi s'enfoncent entre les cellules cérébrales; car ces fibres sont réunies en faisceaux parfaitement distincts les uns des autres, et séparés des cellules cérébrales par les gaînes de tissu cellulaire qui constituent les fibres radiales.

Le désaccord sur ce point, parmi les observateurs, est très grand. C'est ainsi que M. Blessig,[1] tout en niant l'existence du Stratum fibrarum cerebralium dans toute la Macula, croit cependant qu'il s'y trouve une couche simple de fibres. M. Henle[2] supposait également que les fibres cérébrales s'enfonçaient vers les bords de la Fovea cœca, pour se réunir à la partie filamenteuse du Stratum granulatum externum, mais il a reconnu plus tard que c'était une apparence provenant d'un dérangement des couches. Il regarde comme douteux que les fibres cérébrales manquent quelque part dans la Macula, et il en représente même dans le fond de la Fovea cœca. M. Hasse[3] suppose que les fibres cérébrales cessent à la périphérie de la Macula. MM. Hulke[4] et Merkel[5] croient, au contraire, qu'il y a des fibres cérébrales dans la Fovea, même dans son centre, et M. Merkel dit que cela va de soi, parce que la partie même la plus profonde de la Fovea renferme des cellules cérébrales, qui, de même que partout ailleurs dans la rétine, sont en connexion avec les fibres cérébrales; cependant ni M. Hulke ni M. Merkel ne les représentent séparément.

On pourrait supposer que ce désaccord est dû à une délimitation différente de la Macula lutea ou de la Fovea cœca. Toutefois, cette explication ne saurait s'appliquer à ceux qui, à l'exemple de M. Kölliker, nomment la Macula tout entière. M. Müller a voulu mesurer combien est grande l'étendue dans laquelle les cellules cérébrales ne sont pas couvertes par les fibres cérébrales. Observé de face avec un grossissement moyen, l'aspect strié dû à la couche fibreuse disparaissait intérieurement à $0,^{mm.}25$, extérieurement à $0,^{mm.}35$, en haut et en bas à $0,^{mm.}18$ de la Fovea cœca. Compare-t-on ces chiffres avec les mesures de M. Müller de la Macula lutea données plus haut, on comprend qu'il arrive finalemeut à ce résultat: *„ich muss Hannover beistimmen, wenn er angiebt, dass nicht die ganze Ausdehnung des gelben Flecks der Nervenschicht ermangele,*

---

[1]) R. Blessig, de retinæ textura 1855, p. 44.
[2]) J. Henle, Eingeweidelehre 1866, p. 668, Fig. 512.
[3]) C. Hasse, Zeits. f. rat. Med. 1867, p. 261.
[4]) J. W. Hulke, Phil. transact. for 1867, 157, p. 112, Pl. 7, Fig. 1.
[5]) F. Merkel, macula lutea 1869, p. 13.

wenigstens bei der üblichen Grössenannahme für den gelben Fleck". Si l'on considère maintenant les mesures que j'ai données de la Fovea cœca, mesures qui s'accordent avec l'absence des fibres cérébrales, et les grandes variations que présente l'ensemble de la Macula, l'explication la plus naturelle semble être que les différences dont il s'agit proviennent de particularités individuelles, par suite desquelles l'extension des fibres cérébrales est tantôt plus grande tantôt plus petite; cependant il faut regarder comme positif qu'il n'y a jamais de fibres cérébrales dans le fond de la Fovea cœca.

Stratum cellularum cerebralium. Cette couche atteint sa plus grande puissance au milieu des moitiés supérieure et inférieure de la Macula; elle décroît extérieurement à la périphérie et intérieurement vers la Fovea cœca, au fond de laquelle on ne trouve que 2—3 cellules superposées, tandis que M. Bergmann[1] y nie à tort leur présence, et, pour ce motif, ne veut pas regarder les cellules cérébrales comme des éléments percepteurs. Je suis d'accord avec M. Müller qu'elles sont généralement plus petites dans la Fovea cœca; cependant j'en ai une fois rencontré qui étaient plus grandes qu'ailleurs dans la rétine. Ce que nous avons déjà dit autrefois des prolongements des cellules cérébrales en général, s'applique également ici. Quoique j'aie vu aussi bien des prolongements que des ramifications réunissant entre elles les cellules (la Fig. 53, Pl. VI, est prise du fond de la Fovea cœca), elles ne sont cependant ni toujours multipolaires, comme le supposait M. Remak,[2] en revendiquant contre M. Kölliker la priorité de son observation, ni bipolaires, ainsi que le prétendent MM. Schultze[3] et Merkel.[4] Suivant M. Merkel, le prolongement intérieur plus épais reçoit une fibre optique, et l'extérieur aboutit au Stratum granulatum internum, sans doute en se divisant toujours en deux fibres qui, en qualité de fibres cérébrales, sont en connexion avec les cellules de la couche, et se continuent peut-être directement en filaments de cônes. Mais les choses ne sont pas aussi *„höchst einfach"* que M. Merkel se l'imagine; chaque fibre cérébrale, par l'intercalation de trois cellules cérébrales, acquerrait une extension quatre fois plus grande, ce qui ne contribuerait guère à l'isolation de l'impression lumineuse. Que M. Blessig[5] n'admette pas non plus des cellules cérébrales dans la Macula, mais un réseau où çà et là reposent des noyaux, cela concorde avec ses vues antérieures sur les cellules cérébrales en général.

---

[1]) C. Bergmann, zur Kenntniss des gelben Flecks der Netzhaut; Henle und Pfeuffer, Zeitschrift für rationelle Medicin 1854, 5, p. 249.

[2]) R. Remak, Comptes rendus 1853, 37, p. 663.

[3]) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1025.

[4]) F. Merkel, Macula lutea 1869, p. 11, 12, Pl. 1, Fig. 9, 10.

[5]) R. Blessig, de retinæ textura 1855, p. 43.

Entre les cellules cérébrales et la Membrana limitans interna, M. Hulke[1] a trouvé une couche mince granulée, ayant la même structure que le Stratum granulosum; mais cette couche n'a pas été observée par d'autres.

Stratum granulosum. MM. Kölliker et Müller, et, plus tard, MM. Henle et Hulke, ont déjà observé que cette couche manque dans la Fovea cœca. Extérieurement, elle devient plus épaisse. En ce qui concerne la Macula, M. Müller est très enclin à se ranger à l'opinion de MM. Pacini et Remak, que la couche y est composée de fibres nerveuses très fines. C'est sans doute l'aspect strié produit par les fibres radiales qui l'a induit à cette manière de voir.

Stratum granulatum internum. Comme les cellules cérébrales, au milieu de la Fovea cœca, sont ordinairement plus petites qu'ailleurs, et que le Stratum granulosum manque, les cellules de la couche sont difficiles à distinguer des cellules cérébrales. Extérieurement, la puissance de la couche augmente, ainsi que la grandeur des cellules, comme le croit M. Müller. Suivant lui,[2] son aspect quelquefois strié provient de nombreuses fibres qui unissent les cellules entre elles et avec les globules du Stratum granulatum externum; je ne me souviens pas cependant d'avoir vu cette striure. M. Merkel[3] va plus loin, car, suivant lui, toutes les cellules sans exception sont bipolaires, et il a vu distinctement des varicosités sur toutes les fibres; les cellules reposent dans un tissu cellulaire réticulaire, qui provient des gaînes hyalines des filaments des cônes; comme il dit en même temps que les cellules, pour la grandeur et la forme, sont semblables aux grains des cônes (les calottes), qui sont très petits dans la Fovea, il est difficile de savoir ce qu'il a observé.

Fibræ radiales. Lorsque M. Kölliker[4] fait observer que les extrémités intérieures des fibres radiales (leur origine) manquent dans la Macula, ce qui empêche de leur attribuer un rôle essentiel dans la perception de la lumière, et que M. Müller[5] dit également que ces mêmes extrémités ne sont pas à découvrir dans la Macula, cela ne peut s'appliquer qu'à la Fovea cœca et à son entourage immédiat, où les fibres du nerf optique manquent. En effet, plus est grand l'épanouissement du nerf optique, plus sont fortes les fibres radiales. M. Hulke[6] les représente allant de la Membrana limitans interna à un *„granular band between the cone fibre plexus and the inner granule-layer“* (Membrana intermedia). M. Schultze[7] ne semble pas en nier l'existence, mais il dit qu'elles sont très fines et ne renferment pas de fibres épaisses. La signification des

---

[1]) J. W. Hulke, Phil. transact. for 1867, 157, p. 112.
[2]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 87.
[3]) F. Merkel, Macula lutea 1869, p. 11.
[4]) A. Kölliker, Mikr. Anat. 1854, 2, 2, p. 700.
[5]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 70.
[6]) J. W. Hulke, Phil. transact. for 1867, 157, p. 112, Pl. 7, Fig. 1.
[7]) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1025.

fibres radiales comme gaînes des faisceaux du nerf optique m'est précisément apparue avec le plus de clarté dans l'étude de la Macula, parce que les gaînes y forment autour des faisceaux des tubes complètement fermés.

Membrana limitans interna. Elle se comporte dans la Macula comme ailleurs dans la rétine, et apparaît sous forme d'une ligne à double contour. M. Merkel [1] dit qu'elle atteint dans la Macula une épaisseur de $0,^{mm}003$, mais qu'elle s'amincit vers et dans la Fovea, de sorte qu'en coupe elle se présente comme une ligne simple, de même que dans le reste de la rétine. Il pense que cette circonstance est contraire à l'hypothèse de la formation de la membrane par les extrémités intérieures des fibres radiales, lesquelles, à cause de leur finesse, ne seraient pas en état de constituer une membrane de l'épaisseur susmentionnée, et, en conséquence, que celle-ci est indépendante, comme je l'ai aussi représentée, mais par de tout autres motifs.

Relativement à la Plica centralis, dont la présence est malheureusement trop fréquente, je ferai observer que j'ai souvent trouvé confirmée une observation faite par M. Bergmann,[2] également sur des préparations à l'acide chromique, mais qu'il semble considérer comme l'état normal, ce qui n'est pas le cas. La membrane peut en effet être tendue comme un pont à travers la Fovea, lorsque celle-ci, par la formation d'une Plica, devient très profonde. Cela provient sans doute de l'élasticité de la membrane, de sorte qu'elle rapproche les bords de la Fovea, qui est l'endroit le plus faible de toute la rétine, et détermine ainsi la formation d'un ou de deux plis à travers toute la Macula.

Membrana intermedia. Elle ne se rencontre guère au milieu de la Fovea, où je ne l'ai observée qu'une seule fois; mais elle est distincte dans la Macula en dehors de la Fovea. M. Henle, [3] qui dit que la manière dont les fibres radiales, d'un côté, et les filaments du Stratum granulatum externum, de l'autre, aboutissent à son *„äussere granulirte Schichte“* (Membrana intermedia) ressemble à une insertion dans une membrane, pense bien que cette dernière couche manque là où les fibres suivent la direction oblique ou horizontale qu'il leur attribue; cependant, dans un cas, il a vu la membrane composée d'une couche simple de corps plats réunis comme dans un epithelium. La membrane est distinctement représentée sur sa Fig. 514,* et M. Merkel [4] en a donné un dessin analogue, mais il explique les formes épithéliales par l'insertion verticale dans la membrane des filaments des cônes et des gaînes qui, suivant lui, les accompagnent. M. Schultze [5] l'a également représentée en plusieurs endroits, mais sans mentionner

[1]) F. Merkel, Macula lutea 1869, p. 12, Tab. 1, Pl. 12, b.
[2]) C. Bergmann, Zeits. f. rat. Med. 1854, 5, p. 245.
[3]) J. Henle, Göttinger Nachrichten 1864, Nr. 15, p. 325; Eingeweidelehre 1866, p. 667, Fig. 514.
[4]) F. Merkel, Macula lutea 1869, p. 9, Pl. 1, Fig. 12, a.
[5]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, Pl. 10, Fig. 4, d, de la périphérie de la Macula, Pl. 13, Fig. 3, d; Strickers Handbuch 1872, 2. 1024, Fig. 361, 6.

autrement son allure dans la Macula, laquelle est d'ailleurs la même que dans le reste de la rétine. D'après M. Krause,[1] la membrane (sa Membrana fenestrata) se trouve dans la Macula, mais manque dans la Fovea.

Stratum granulatum externum. La partie de la couche qui renferme les globules et les calottes ne diffère en rien d'essentiel de ce qu'elle est dans le reste de la rétine. Les globules sont rares dans la Fovea, mais augmentent en nombre extérieurement dans la Macula; suivant MM. Schultze et Hasse, la partie filamenteuse de la couche devrait s'accroître aux dépens des globules, ce qui n'est pas le cas, tandis que M. Müller croit que les globules diminuent, parce que les bâtonnets manquent. Comme il n'y a généralement aucun bâtonnet dans la Macula, les globules ne peuvent être appelés des grains de bâtonnets, mais doivent être libres ou attachés aux filaments des cônes; toutefois, on ne saurait dire avec M. Müller[2] que les grains des cônes augmentent en nombre, tandis que ceux des bâtonnets diminuent, parce que ceux qu'on a appelés grains de cônes forment seulement la rangée simple que j'ai désignée sous le nom de calottes. M. Hulke ne fait aucune distinction entre les grains des bâtonnets et des cônes. M. Henle[3] représente avec des dimensions beaucoup trop colossales les globules et les cônes.

Les calottes sont très petites dans la Fovea cœca, et augmentent peu à peu de grandeur extérieurement. M. Müller croit qu'elles se recouvrent mutuellement pour avoir de la place, et qu'elles sont par suite unies aux cônes par des filaments de longueur différente. M. Merkel[4] a certainement vu des calottes à la périphérie de la Macula, parce qu'il dit que les grains des cônes sont pyriformes, avec la base tournée vers la Membrana limitans externa, tandis qu'ils sont ronds autrement; les très petites calottes de la Fovea doivent cependant lui avoir échappé à cause de leur petitesse.

La partie filamenteuse de la couche présente un plus grand intérêt, parce qu'elle atteint un développement extraordinaire, et contribue surtout à l'épaississement de toute la rétine dans la Macula. M. Müller,[5] qui a notamment appelé Lattention sur ce sujet, dit que l'épaisseur de la couche peut s'élever à 0,$^{mm.}$15 et au delà. Lorsque M. Schultze,[6] contrairement à l'opinion de M. Müller, pense que l'épaississement provient du Stratum granulatum externum, il faut remarquer que la *„Zwischenkörnerschicht“* de M. Müller est la même chose que la *„äussere Faserschichte“* de M. Henle, et constitue par conséquent une partie de ce que nous attribuons au Stratum granulatum externum, tandis que la *„Zwischenkörnerschicht“* de M. Schultze répond à notre Membrana intermedia. Avant

[1]) W. Krause, Membrana fenestrata 1868, p. 20, Pl. 1, Fig. 11.
[2]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 52, 86.
[3]) J. Henle, Eingeweidelehre 1866, p. 667, Fig. 515, 3.
[4]) F. Merkel, Macula lutea 1869, p. 7, Pl. 1, Fig. 1—5.
[5]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 86.
[6]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 189.

M. Müller, M. Bergmann[1] avait trouvé que les filaments suivaient une marche oblique et, dans le voisinage de la Fovea, même parallèle à la surface de l'œil, de sorte qu'ils rayonnent de la Fovea dans toutes les directions, venant des cônes et allant vers les cellules cérébrales; ce n'est qu'extérieurement, à la périphérie de la Macula, qu'ils se relèvent peu à peu verticalement. Cette situation oblique ou même horizontale a plus tard été observée par plusieurs auteurs, par ex. MM. Schultze, Henle, Ritter, Hulke, Hasse, Steinlin et Krause. La cause en était, croyait-on, que les filaments des cônes n'avaient pas assez de place pour courir verticalement, mais étaient obligés de prendre une direction oblique pour atteindre les cellules cérébrales, qui sont surtout entassées en dehors de la Fovea. Cette connexion des filaments des cônes et des cellules cérébrales, que nous avons déjà combattue auparavant, a ici contre elle la circonstance que le nombre des cônes minces de la Macula est beaucoup trop grand, pour qu'un filament partant de chacun d'eux puisse aboutir à une cellule cérébrale, celle-ci fût-elle même munie de plusieurs prolongements pour recevoir les filaments de plusieurs cônes. D'ailleurs la partie filamenteuse de la couche conserve son épaisseur à une assez grande distance de la Fovea, quoique le nombre des cellules cérébrales commence à diminuer extérieurement dans la Macula. Ensuite, la marche oblique des filaments est inégale. Il arrive souvent en effet que les filaments, tout en étant obliques, s'infléchissent en forme de genou ou se comportent comme des cheveux dans une raie; M. Henle compare leur marche avec la direction des fibres dans le M. ileocostalis. C'est ainsi que M. Schultze[2] a représenté deux fois la marche des filaments, mais peut-être pas d'une manière tout à fait correcte, parce que ceux-ci forment bien une raie ou un tourbillon, mais se continuent dans la même direction de l'autre côté du tourbillon. Enfin, outre la marche oblique, on trouve une formation réticulaire, ou, comme je voudrais plutôt l'appeler, caverneuse des filaments des cônes. Ainsi M. Blessig[3] l'a déjà représentée et expliquée comme une conséquence de la nature des filaments, qui est celle du tissu cellulaire; mais il faut se rappeler qu'il dérive les fibres radiales des grains des cônes. On peut également reconnaître une formation réticulaire sur les deux dessins de M. Schultze; il y avait eu atrophie du nerf optique, de sorte que les couches intérieures de la rétine étaient atrophiées, tandis que les cônes étaient intacts, et que l'épaisseur de la couche filamenteuse n'avait pas changé; cependant il n'a pas reconnu la structure réticulaire. M. Hulke[4] dit aussi que les filaments des cônes forment un plexus: *„At its inner surface the bundles of the plexus resolve themselves into primitive fibres which enter the inner granule layer through*

---

[1]) C. Bergmann, Zeits. f. rat. Med. 1854, 5, p. 250.
[2]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 229, 284, Pl. 13, Fig. 1, 3.
[3]) R. Blessig, de retinæ textura 1855, p. 42, Fig. 4, g.
[4]) J. W. Hulke, Phil. transact. for 1867, 157, p. 111, Pl. 7, Fig. 1, 4.

a granular stratum or finely areolated connective tissu." Enfin, M. Merkel[1] a vu et reconnu la structure réticulaire, et il suppose que les filaments et les grains des cônes reposent librement dans des gaînes très claires, qui, sous l'action des réactifs, se plissent ou se froncent, ou s'étirent en filaments, en produisant ainsi l'aspect réticulaire; il doute cependant que les gaînes constituent des tubes fermés; peut-être sont-elles *„ein honigwabenartiges Fachwerk von an einander gefügten Bändern.*" Sur les coupes horizontales de toute la Macula, M. Merkel a trouvé une disposition radiaire, mais on ne peut naturellement juger sur une coupe horizontale de la marche verticale ou oblique des filaments. M. Hulke[2] indique des filaments qui se croisent, ce qu'il ne peut mettre d'accord avec leur nature nerveuse.

Les filaments peuvent avoir une marche oblique ou en forme de genou, et présenter une formation caverneuse en différents points d'une seule et même Macula, même sans symétrie dans ses moitiés supérieure et inférieure (cfr. p. 79). Sur ma Fig. 45, Pl. V, qui est un portrait complet, on voit des filaments verticaux ou légèrement ondulés, et, plus extérieurement, une formation caverneuse et une en forme de genou ou de tourbillon; celle-ci redevenait finalement verticale comme dans le reste de la rétine, où la marche verticale est la normale. Cela semble indiquer que toute autre direction que la verticale dans la Macula, est une suite du durcissement et de la préparation; cette dernière peut avoir pour effet que toute la couche ne s'y montre pas plus épaisse qu'ailleurs, lorsqu'on l'a comprimée avec le couteau pour faire des coupes verticales. Ce que j'ai rapporté plus haut de l'œil colobomateux me confirme encore davantage dans cette opinion. La couche filamenteuse tout entière y est hypertrophique et a conservé sa direction verticale; les filaments sont réunis en faisceaux, comme M. Henle les représente également l. c. Fig. 514, en les comparant à une forêt de troncs élancés, avec des couronnes qui s'inclinent les unes vers les autres. Les faisceaux sont réunis par une masse certainement fluide ou gélatineuse pendant la vie, mais qui, par le durcissement, prend la forme de filaments déliés ou de lamelles minces, qui produisent un aspect réticulaire ou caverneux lorsqu'on les coupe. Tout en ne voulant pas reconnaître que la marche verticale des filaments est la normale, M. Müller[3] soupçonne cependant que les formes singulières qu'il a observées ont pris naissance après la mort, et ont été provoquées surtout par la formation d'une Plica centralis; il représente pourtant cette couche très épaisse avec de fines stries verticales, et on trouve une forme analogue, à la vérité avec un faible grossissement, chez M. Kölliker.[4] Je dois toutefois ajouter qu'il n'y avait pas de Plica dans les yeux

---

[1]) F. Merkel, Macula lutea 1869, p. 7, 9 Anm., Pl. 1, Fig. 11, 12.
[2]) J. Henle, Eingeweidelehre 1866, p. 665.
[3]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 86, Pl. 2, Fig. 17, 3.
[4]) A. Kölliker, Mikr. Anat. 1854, p. 685, Fig. 408, e.

dont je me suis servi pour mes dessins, et qu'il ne semble non plus y avoir lieu d'attribuer quelque influence à la contraction du corps vitré par l'acide chromique,

La question de la signification de cette puissante couche filamenteuse est indépendante de la marche des filaments. Si MM. Schultze et Hasse la considèrent comme nerveuse, c'est une conséquence naturelle de leurs opinions exposées plus haut; M. Hasse mentionne entre autres sur les filaments des varicosités, que M. Krause,[1] qui représente avec des dimensions colossales la section des filaments, attribue cependant à leur torsion. M. Henle,[2] dont nous avons mentionné précédemment les corps coniques (p. 137), regarde toute la partie filamenteuse (son *„äussere Faserschichte"*) comme *„ein neues, vielleicht verbindendes Mittelglied"*, et il prétend que lorsque les couches de globules dans la Fovea se réduisent à une seule ou à un petit nombre, on voit distinctement que les filaments ne viennent pas des globules, et qu'ils ne se laissent pas suivre jusqu'aux cônes. A cela j'objecterai que j'ai positivement vu les filaments partir des calottes des cônes, mais je n'oserais cependant prétendre que tous les filaments en émanent; je penche même à croire que la masse principale des filaments dans la Macula n'a aucune relation avec les cônes, mais est une formation de tissu cellulaire (dans le sens étendu du mot). Cette hypothèse a pour elle tout l'extérieur des filaments et leur marche souvent ondulée, bien que M. Henle pense qu'elle est contredite par les réactions chimiques et par les varicosités qu'il a aussi observées sur les filaments; ces deux motifs ne me paraissent pas cependant concluants. Si la Macula et la Fovea sont des cicatrices, il n'est pas étonnant que le tissu cellulaire joue un rôle prédominant, et il est bien possible qu'outre les filaments de cône normaux, il y ait une formation de tissu cellulaire toute nouvelle, qui se présente surtout avec un aspect caverneux. M. Krause veut même expliquer par le développement la marche, suivant lui, presque horizontale des filaments, mais sans donner à l'appui des raisons suffisantes. Si je ne craignais qu'on m'accusât de faire une comparaison intéressée, j'appellerais l'attention sur la formation, ressemblant à une cicatrice, et due aux filaments du milieu de la Fovea, qui est représentée exactement d'après nature sur ma Fig. 52, Pl. VI. Si les choses se passent ainsi, c'est une nouvelle preuve contre la nature nerveuse des filaments des cônes, et l'espoir que nourrissait M. Henle de trouver à l'aide de la Macula la connexion réclamée, suivant lui, par la physiologie entre la couche des bâtonnets et des cônes et le nerf optique, me paraît au contraire être complètement détruit, si la partie filamenteuse du Stratum granulatum externum peut acquérir une puissance aussi grande que celle que j'ai constatée dans le cas de l'œil colobomateux, et présenter une si grande ressemblance avec le tissu cellulaire.

---

[1]) W. Krause, Membrana fenestrata 1868, p. 11, Pl. 1, Fig. 12, p. 20.

[2]) J. Henle, Göttinger Nachrichten 1864, Nr. 15, p. 315, p. 321; Eingeweidelehre 1866, p. 664, 666.

Stratum conorum. M. Henle[1] a le premier observé que les bâtonnets manquent dans la Macula lutea, et cette observation a ensuite été confirmée par M. Bergmann et M. Kölliker,[2] qui a même une fois trouvé que les cellules et les fibres cérébrales, aussi bien que les bâtonnets, manquaient à 0,‴01 environ en dehors de la couleur jaune. Il faut cependant remarquer que M. Henle, dans son travail postérieur, dit à plusieurs reprises que les bâtonnets manquent dans la Fovea (non dans la Macula), mais qu'il en représente néanmoins dans la Fovea.[3] M. Hulke[4] dit que les bâtonnets se trouvent à mi-chemin entre le centre de la Fovea et le bord extérieur de la Macula. Suivant M. Schultze,[5] il y a à quelques millimètres de la Fovea 2—3 bâtonnets entre deux cônes, et M. Hasse[6] avance qu'ils sont disparus au commencement de la Macula. Comme M. Welcker[7] donne le chiffre de 0,^{mm}00175 pour la largeur moyenne de 6 bâtonnets dans la Macula, il doit y en avoir rencontré. En tout cas, le manque des bâtonnets dans la Macula n'est pas absolu, et, dans plusieurs cas, j'ai vu distinctement, très près de la Fovea, des bâtonnets isolés attachés encore à la Membrana limitans externa.

Les cônes les plus longs et les plus minces se trouvent au milieu de la Fovea; en dehors, dans la Macula, ils deviennent plus courts et plus épais. M. Müller[8] indique pour leur longueur 0,^{mm}05, ce que confirme M. Merkel,[9] qui donne pour la longueur dn corps 0,^{mm}024, et pour celle de la pointe 0,^{mm}27, soit en tout 0,^{mm}051; j'ai cependant, dans la Fovea, trouvé une longueur un peu plus grande, savoir 0,^{mm}027 et 0,^{mm}034, ou en tout 0,^{mm}061, tandis qu'elle était un peu moindre dans la partie la plus épaisse de la Macula, savoir 0,^{mm}046. M. Krause[10] a trouvé dans la Fovea une longueur de 0,^{mm}076, dont 0,^{mm}023 pour le corps du cône. M. Schultze[11] mentionne même qu'il a rencontré dans la Fovea des cônes dont la longueur dépassait 0,^{mm}1. M. Müller évalue à 0,^{mm}004 l'épaisseur des cônes dans la Macula, mais il en a vu quelquefois dans la Fovea qui ne mesuraient que 0,0015^{mm}—0,002, chiffre qui concorde à peu près avec

---

[1]) J. Henle, Versuche und Beobachtungen an einem Enthaupteten; Henle und Pfeuffer, Zeitschrift für rationelle Medicin 1852, 2, p. 308.

[2]) A. Kölliker, Mikr. Anat. 1854, 2, 2, p. 686, 689.

[3]) J. Henle, Eingeweidelehre 1866, p. 646, 663, 667, Fig. 515, 2.

[4]) J. W. Hulke, Phil. transact. for 1867, 157, p. 110, Pl. 7.

[5]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 249.

[6]) C. Hasse, Zeits. f. rat. Med. 1867, 29, p. 262.

[7]) H. Welcker, Untersuchungen der Retinazapfen und des Riechschleimhautepithels bei einem Hingerichteten; Henle und Pfeuffer, Zeitschrift für rationelle Medicin 1864, 20, p. 176.

[8]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 49, 85; Würzb. nat. Zeits. 1861, 2, p. 219.

[9]) F. Merkel, Macula lutea 1869, p. 3, Pl. 1, Fig. 12.

[10]) W. Krause, Membrana fenestrata 1868, p. 32.

[11]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, p. 224, 229, Pl. 13, Fig. 1—3; 1867, 3, p. 235; Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1023.

mon observation des cônes de la Fovea. Par contre, M. Welcker[1] et M. Schultze indiquent une épaisseur beaucoup trop grande pour les cônes de la Fovea, savoir 0,$^{mm.}$0033 et 0,$^{mm.}$003, dimensions qui ne s'appliquent qu'aux cônes de la Macula; M. Schultze croit à tort qu'il a le premier constaté que les cônes de la Fovea n'ont que la moitié de l'épaisseur de ceux de la Macula. M. Henle[2] dit que les cônes de la Fovea sont plus déliés, ce qu'on ne peut guère voir sur sa figure; leur extrémité intérieure a une largeur de 0,$^{mm.}$002, et leur extrémité extérieure ne dépasse guère 0,$^{mm.}$001. M. Krause donne 0,^{mm}0007—0,$^{mm.}$0008 pour l'épaisseur de la pointe des cônes, et M. Schultze, 0,$^{mm.}$0005—0,$^{mm.}$0008 pour celle des plaques des cônes de la Fovea.

MM. Hulke, Henle et Merkel donnent, sur leurs figures, la même longueur aux cônes situés en dedans et en dehors de la Fovea, de sorte que leurs limites intérieure et extérieure sont comprises entre deux lignes parallèles. M. Schultze, au contraire, les représente avec raison avec une longueur plus grande au milieu de la Fovea, d'où il résulte que leur limite intérieure forme une ligne convexe en dedans, qui rencontre dans la Fovea la limite concave de la Membrana limitans interna; quant à la limite extérieure, elle est représentée sur deux figures par une ligne droite, tandis que sur une troisième figure, on voit une indication de la limite également convexe en dedans qui est marquée sur ma Fig. 52, Pl. VI, et que je crois produite par l'amas entre les cônes et le pigment que j'ai décrit page 78; du reste les cônes, sur les trois figures de M. Schultze, sont représentés avec un aspect assez différent. En ce qui concerne la valeur de l'opinion émise entre autres par M. Hasse, que l'espace occupé par les éléments percepteurs serait augmenté par les sinuosités de la Fovea, je ne me prononcerai pas à cet égard.

La forme en bouteille que M. Schultze donne au corps des cônes ne s'accorde pas avec l'état normal, comme je l'ai déjà fait remarquer plus haut (p. 147). En ce qui concerne les cônes de la Macula, cet écart est cependant moins apparent; mais M. Schultze[3] et M. Merkel[4] donnent au corps du cône, dans sa situation normale, une forme particulière en arc que je n'ai jamais observée; M. Merkel a en même temps représenté les cônes de la Fovea dans une singulière situation oblique. Je ne partage pas non plus l'opinion de M. Schultze, que la pointe des cônes est conique dans la Macula de même que partout ailleurs dans la rétine. — Les cônes doubles de la Macula ont déjà été mentionnés p. 54 et les cellules du pigment, p. 177.

---

[1]) H. Welcker, Zeits. f. rat. Med. 1864, 20, p. 176.
[2]) J. Henle, Eingeweidelehre 1866, p. 663, Fig. 512.
[3]) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anat. 1866, 2, Pl. 10, Fig. 12; 1867, 3, Pl. 13, Fig. 1.
[4]) F. Merkel, macula lutea 1869, p. 4.

Membrana limitans externa. Elle ne présente rien de particulier. La sinuosité qui est formée intérieurement par les longs cônes, est plus plane que celle que la Fovea forme extérieurement. S'est-il produit une Plica centralis, la sinuosité devient plus grande, comme on peut le voir sur plusieurs dessins, par ex. de MM. Kölliker [1] et Blessig.[2]

PARS ANTERIOR RETINÆ ET ORA SERRATA.

Pars ciliaris retinæ est une dénomination qui devrait disparaître de la terminologie anatomique; car, à l'exception de la Membrana limitans interna, qui n'appartient qu'improprement à la rétine, aucun des éléments de la rétine ne s'étend en avant plus loin que l'Ora serrata, qui est le bord nettement marqué, uni ou dentelé, par lequel la rétine se termine en avant. Sur la rétine fraîche, l'Ora n'est pas aussi distincte à l'œil nu qu'après le durcissement dans l'acide chromique, par ex. L'aspect qu'elle présente à l'état frais a donné lieu à l'hypothèse d'une Pars ciliaris retinæ, et on a voulu maintenir cette dénomination même après que la rétine a été étudiée en détail au microscope, parce qu'on croyait retrouver sur le corps ciliaire quelques-uns des éléments de la rétine sous une autre forme, mais il n'existe pas de pareilles transitions, ce qui ressortira de l'exposé suivant.

La rétine entière s'amincit en avant, la masse des éléments diminuant. Cette diminution s'applique surtout aux cellules et aux fibres cérébrales, qui sont tellement éparses vers l'Ora, que j'en niais auparavant complètement l'existence au delà d'un vaisseau circulaire situé près de l'Ora. Lorsque M. Merkel [3] dit que justement la dernière fibre nerveuse se rend à la dernière cellule nerveuse, il faut supposer que son assertion n'est basée sur aucune observation directe. La plupart des autres couches s'amincissent également, mais elles sont toutes visibles, entre autres aussi la Membrana intermedia, que j'ai vue encore chez l'homme à moins de $1^{mm.}$ de l'Ora; chez le boeuf, à un endroit où la rétine avait une épaisseur de $0,^{mm}05$, j'ai aperçu la membrane avec les globules régulièrement espacés qui y reposent. Après sa disparition, les deux Strata granulata se confondent. Les bâtonnets et les cônes deviennent en même temps plus petits, tantôt l'un de ces éléments, tantôt l'autre ayant la prédominance; mais juste sur l'Ora, il n'est pas possible d'en reconnaître la structure, bien que la couche soit comme telle distincte de son entourage. Quant à l'assertion de M. Schultze [4] et de M. Merkel, que,

---

1) A. Kölliker, mikr. Anat. 1854, 2, 2, p. 685, Fig. 408.
2) R. Blessig, de retinæ textura 1855, Fig. 4.
3) F. Merkel, Macula lutea 1869, p. 14, 16; Pars ciliaris chez la poule et le brochet, p. 15.
4) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1029.

chez l'homme, les bâtonnets diminuent en nombre vers l'Ora, et qu'il y a des espaces vides entre les cônes, je ne puis la confirmer; j'ai même trouvé chez le boeuf que les bâtonnets étaient plus nombreux. Il n'y a qu'un élément qui prenne de l'accroissement vers l'Ora, à savoir les fibres radiales; la limite de cet accroissement tombe en dedans d'un vaisseau circulaire situé un peu en dehors de l'Ora. Relativement à l'augmentation des fibres radiales, nous nous en tiendrons surtout à l'homme dans ce qui suit.

C'est M. Blessig[1] qui a le premier vu et bien représenté l'augmentation des fibres radiales; il a trouvé sur les sections transversales de grandes lacunes oviformes, limitées par de larges faisceaux de fibres munis de noyaux, et remplies d'une masse sans structure, dont les lignes réticulaires provenaient d'autres lacunes circulaires; les fibres remplissaient les bords mêmes de l'Ora, et, suivant lui, passaient directement dans la couverture de la surface interne du corps ciliaire. M. Blessig ne semble pas avoir reconnu que ce sont les fibres radiales qui augmentent ainsi en nombre. M. Müller,[2] qui avait surtout été frappé de cette formation particulière chez l'homme, est le premier qui l'ait constaté. Il a observé les colonnes et les arcades, ou plus justement, suivant moi, les tunnels formés par les fibres radiales, sur une étendue variable dans les différentes couches de la rétine; c'est sans doute parce qu'il a trouvé les vides dilatés par un liquide, qu'il a pensé que la formation dont il s'agit était seulement une altération cadavérique. Ce n'est cependant pas le cas; car bien que l'augmentation des fibres radiales, ainsi que je l'ai exposé plus haut, soit soumise à beaucoup de variations non-seulement dans des yeux différents, mais aussi dans le même œil, il faut pourtant admettre avec M. Krause[3] qu'elle se produit partout. M. Henle[4] le nie, il est vrai; mais, d'un autre côté, il l'a trouvée trop fréquente et trop régulière pour en faire un cas pathologique; il l'a également observée de face sur la surface interne de l'œil sous forme d'une partie sillonnée de stries claires méandriques. Les colonnes, qui renferment des vaisseaux sanguins et des noyaux elliptiques, deviennent plus pâles sous l'action de l'acide acétique et de la potasse, et ne reparaissent plus après le lavage. Suivant M. Krause, les vaisseaux sanguins indiqueraient une formation pathologique, parce qu'on n'en trouve pas dans les couches extérieures de la rétine; mais cette opinion provient de ce qu'il transporte la Membrana intermedia (Membrana fenestrata) aux extrémités intérieures des colonnes, comme nous le verrons tout à l'heure. Par contre, il est bien possible qu'une pareille formation soit pathologique, lorsqu'elle apparaît ailleurs que

---

[1]) R. Blessig, de retinæ textura 1855, p. 48, Fig. 3.
[2]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 67, 71.
[3]) W. Krause, Membrana fenestrata 1868, p. 21.
[4]) J. Henle, Eingeweidelehre 1866, p. 668, Fig. 517—519.

dans l'Ora. C'est ainsi que M. Schultze,[1] qui, avec M. Iwanoff, l'appelle un œdème, par suite duquel les fibres radiales se distendent et produisent l'atrophie du tissu nerveux, a trouvé une fois un œdème semblable à l'équateur de la rétine, et M. Merkel,[2] qui a adopté la dénomination d'arcades de M. Müller, a constaté dans ses recherches sur des chiens jeunes et vieux, que les arcades ne se formaient qu'à un âge plus avancé. La vérité est donc que les fibres radiales augmentent normalement en nombre vers l'Ora, la formation du tissu cellulaire pressant les autres éléments de la rétine en avant, là où cessent la force plastique et les fonctions de la rétine, et que cette augmentation du tissu cellulaire peut, avec la maladie et avec l'âge, prendre des proportions anormales, et donner accidentellement naissance à de grandes cavités œdémateuses.

Nous avons jusqu'ici dépeint la formation ci-dessus comme provenant des fibres radiales. Mais M. Henle[3] a supposé pendant un temps que leur augmentation était due à son *„äussere Faserschichte"*, ou notre partie filamenteuse du Stratum granulatum externum, et s'est appuyé, à cette occasion, sur les réactions chimiques citées plus haut, qui devaient servir à prouver la nature nerveuse des fibres. Il doit cependant avoir changé d'opinion deux ans après; car, tout en disant que les fibres radiales deviennent plus serrées, il mentionne la formation comme *„eine Umwandlung der äusseren granulirten Schichte"* ou notre Membrana intermedia, mais ne dit rien de la signification qu'il faut lui attribuer, ni n'indique de quelles fibres la formation tire son origine; il représente aussi des *„Pfeiler der granulirten Schichte"*, mais dit peu auparavant: *„es erreicht sogar im menschlichen Auge fast beständig die äussere Faserschichte in der Nähe der Ora serrata eine monströse Entwickelung"*; c'est pourquoi il est difficile de dire quelle est au fond son opinion. M. Krause[4] appelle tout bonnemant les fibres *„eine eigenthümlich angeordnete Partie der Zapfenfaserschicht"*, comme dans la Macula, mais avec un lit radiaire et non horizontal. Pour ce motif, il place les colonnes entre la Membrana intermedia et le Stratum granulatum externum, et transporte sa Membrana fenestrata (Membrana intermedia) aux extrémités intérieures des colonnes. Mais il n'en est pas ainsi; car les fibres radiales étant tendues entre la Membrana limitans interna et la Membrana intermedia, celle-ci est située aux extrémités extérieures des colonnes, et c'est seulement lorsque la membrane est déplacée, que les fibres radiales atteignent le Stratum granulatum externum ou même la Membrana limitans externa, comme on peut le voir sur ma Fig. 58, Pl. VI. A l'état normal, elles ne pénètrent pas jusqu'à la

---

[1]) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1030.

[2]) F. Merkel, Macula lutea 1869, p. 17.

[3]) J. Henle, Göttinger Nachrichten 1864, Nr. 15, p. 318; Eingeweidelehre 1866, p. 668, Fig. 519, p. 666.

[4]) W. Krause, Membrana fenestrata 1866, p. 21.

Membrana limitans externa, ainsi que l'avance M. Merkel,[1] qui a du reste représenté exactement le déplacement des couches. La place qu'occupent les colonnes en dedans de la Membrana intermedia, explique donc très bien qu'il puisse y avoir entre elles des vaisseaux sanguins. Suivant M. Ritter,[2] le Stratum granulosum se transforme vers l'Ora en un grossier réseau de fibres, ce qui s'accorde avec la composition, décrite plus haut (p. 103), qu'il donne à cette couche.

Les cellules qui se trouvent devant l'Ora sur la Pars non plicata du corps ciliaire constituent une formation nouvelle et indépendante, et ne proviennent pas, comme on le croyait, d'une modification d'un des éléments de la rétine. Ce qui a donné lieu à cette erreur, c'est que le corps ciliaire, dans les yeux frais, apparaît couvert d'une couche grisâtre, qui adhère très fortement à la Membrana limitans interna, et dont on ne voit clairement la structure que sous le microscope. Des cas de ce genre sont surtout instructifs chez l'homme, où l'Ora se montre comme avec une pointe libre, ainsi que je l'ai représenté Fig. 57, Pl. VI, avec un faible grossissement. Les cellules commencent sous la pointe; elles n'y sont pas encore distinctement développées, mais pressées les unes contre les autres, et on n'aperçoit ainsi qu'une striure verticale dans laquelle les cellules paraissent peu à peu. La pointe est complètement entourée de la Membrana limitans interna, qu'il faut par conséquent se figurer fendue à la base de la pointe, car elle recouvre également les cellules verticales, dont elle est séparée par une masse claire gélatineuse. Les cellules ont, pour la première fois, été décrites en détail et représentées exactement par M. Kölliker,[3] qui les regardait d'abord comme un epithelium incolore du corps ciliaire, sans connexion directe avec la rétine. Abandonnant ensuite cette idée, qui était juste, il a émis l'opinion que les cellules provenaient directement de la rétine, sans prétendre cependant que celle-ci leur donnât naissance; il ne lui a pas été possible de décider si les cellules n'étaient qu'une modification d'un des éléments de la rétine, ou si elles constituaient une couche toute nouvelle. M. Müller,[4] au contraire, n'a pas le moindre doute que les cellules ne soient une continuation directe de la rétine, mais il regarde comme une chose difficile de déterminer leurs rapports avec les diverses couches de la rétine, parce que celles-ci, à l'exception de la couche des bâtonnets et des cônes, perdent leurs propriétés spécifiques un peu en avant de l'amincissement le plus grand de la rétine, et se transforment en une masse indistincte composée de fibres verticales, avec des noyaux ou des cellules à contours vagues. Il trouve que les cellules ressemblent surtout à celles du Stratum granulatum internum, et est très disposé à croire

---

[1]) F. Merkel, Macula lutea 1869, p. 16, Pl. 1, Fig. 14.
[2]) C. Ritter, Archiv f. Ophth. 1865, 11, 1, p. 185.
[3]) A. Kölliker, mikr. Anat. 1854, 2, 2, p. 687, Fig. 410.
[4]) H. Müller, Zeits. f. wiss. Zool. 1857, 8, p. 90, Pl. 2, Fig. 22.

qu'elles proviennent de ces dernières avec la participation des extrémités intérieures des fibres radiales, en raison de quoi il leur refuse un caractère épithélial. M. Kölliker [1] prétend même avoir observé la transformation des cellules directement des fibres radiales raccourcies. On trouve des vues analogues chez M. Schultze, [2] qui cite la partie essentielle de la description de M. Müller, et compare les cellules à un epithelium cylindrique, d'où chaque cellule doit aboutir à une cellule du pigment, ce qui est absurde, parce que les cellules du pigment sont beaucoup plus grandes; il n'indique non plus exactement la place du noyau. La manière dont les cellules se terminent en pointe intérieurement, les fibres qui en partent et d'autres motifs sans valeur l'ont amené à supposer que les cellules appartenaient aux fibres radiales. Remarquons à ce sujet que les fibres qui partent des cellules sont des plis de la masse gélatineuse qui couvre ces dernières, ou des produits artificiels. M. Heiberg [3] a également vu les cellules en forme de cylindre étirées en pointes tournées en avant et anastomosées, ou étirées en une longue fibre; il n'a cependant jamais observé chez l'homme la transformation de ces cellules en fibres de la Zonula.

Il est singulier que M. Henle, [4] qui admettait auparavant sur les procès ciliares une couche de noyaux cellulaires et de cellules avec un epithelium sans structure, couche qu'il supposait être une continuation des couches granulées de la rétine, passe complètement sous silence, dans son dernier travail, ces cellules grandes et distinctes, mais mentionne une couche issue de la rétine, qui se compose de fibres verticales ou en forme d'arc, avec des noyaux ou de petites cellules, ayant ainsi la même structure que les fibres radiales dans les parties périphériques de la rétine. Par contre, il indique exactement que la Membrana limitans interna (sa Membrana limitans hyaloidea) se fend en deux feuilles, dont l'une passe sur la Fossa patellaris, et l'autre se continue sur la couche ci-dessus, mais il ne nomme pas le canal annulaire découvert par moi entre deux autres feuilles de la Membrana limitans interna, bien qu'il soit, peut-être non à dessein, représenté par lui Fig. 522, L, h, et ait avec ma figure [5] une ressemblance évidente. Enfin, M. Merkel [6] dit aussi que les fibres radiales deviennent définitivement des cellules cylindriques plates, qui forment comme une palissade entre les deux membranes limitantes, et s'étendent sur le corps ciliaire, mais n'en donne pas d'autre description. Si l'on examine les

---

[1]) A. Kölliker, Gewebelehre, 5 Auflage, p. 685, chez Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1028.

[2]) M. Schultze, Strickers Handbuch 1872, 2, p. 1027.

[3]) H. Heiberg, zur Anatomie und Physiologie der Zonula Zinnii; Graefe, Archiv für Ophthalmologie 1865, 11, 3, p. 182, Pl. 4, Fig. 4.

[4]) J. Henle, Allg. Anat. 1841, p. 667; Eingeweidelehre 1866, p. 670, Fig. 520.

[5]) A. Hannover, das Auge 1852, p. 36, Pl. 1, Fig. 5, Fig. 6, k. l.

[6]) F. Merkel, Macula lutea 1869, p. 14.

dessins de MM. Kölliker, Müller et les miens, et qu'on ait égard à la description anatomique sans idée préconçue relativement à l'origine des cellules, il est impossible qu'on les fasse dériver des fibres radiales ni qu'on les rapporte à quelque autre formation dans la rétine. Je regarde donc les cellules comme une formation nouvelle qui n'a rien à faire avec la rétine, et il s'ensuit qu'il n'existe pas de Pars ciliaris retinæ, ni de Lamina ciliaris retinæ, dénomination que M. Henle a mal à propos voulu introduire.

Explication des Planches.

Toutes les figures sont exécutées d'après nature à l'aide de la chambre claire avec un grossissement de 340; on trouve sur chaque planche l'échelle qui sert à mesurer la grandeur des objets. Les figures 5; 32 et 57 ne sont grossies que 51 fois.

Planche I. Rétine du brochet.

Fig. 1. Coupe verticale de toute la rétine, passant par le milieu de l'intervalle entre l'entrée du nerf optique et l'équateur de l'œil.

a. Cellules de pigment avec un fond plus clair tourné en dehors; l'extrémité tournée en dedans est divisée en pointes, qui entourent les bâtonnets et les cônes plongeant dans les gaînes du pigment.

b. Division des cellules du pigment en une partie intérieure et une partie extérieure qui pénètrent l'une dans l'autre.

c. Contour d'un bâtonnet qui, en dedans, en

d, devient conique, et se termine en un filament délié qui est fixé à la surface externe de la Membrana limitans externa.

e. Contour d'un cône jumeau à coupe ovale; à l'extrémité plane tournée en dehors, on voit en

f, deux pointes coniques qui plongent dans la cellule du pigment, tandis que de l'extrémité arrondie intérieure, en

g, part un prolongement membraneux rectangulaire dans l'intérieur duquel, en

h, se trouvent deux filaments déliés qui, ainsi que le prolongement, sont fixés à la surface externe de la Membrana limitans externa.

i. Membrana limitans externa, vue de profil; elle apparaît comme une double ligne sombre assez marquée.

k. Continuation du filament du bâtonnet dans le Stratum granulatum externum; à côté, en

l. est un petit grain ovale.

m. Calotte du cône jumeau dans le Stratum granulatum externum; elle a la même largeur que le prolongement du cône jumeau, renferme nn gros noyau et se termine en dedans en un filament grossier, qui est fixé par un épanouissement triangulaire à la surface externe de la Membrana intermedia.

n. Contour de la Membrana intermedia.

Fig. 2. Continuation en dedans de la Fig. 1.

n. Membrana intermedia, avec des stries légères et concentriques à l'œil; on voit dans sa substance de gros noyaux avec un corps de noyau; à la surface externe de la membrane viennent s'attacher les filaments des bâtonnets et des calottes des cônes jumeaux; à sa surface interne sont fixées les fibres radiales.

o, o, o. Membrane composée de trois couches, dans les mailles de laquelle reposent les cellules cérébrales du Stratum granulatum internum; les fibres radiales qui traversent les couches croisent les membranes sans s'y attacher.

p. Stratum granulosum à gros grains, traversé par les fibres radiales, qui présentent un renflement fusiforme avec un noyau.

q. Cellules cérébrales avec un ou deux noyaux; de quelques cellules partent des prolongements dans tous les sens.

r. Stratum fibrarum cerebralium provenant du nerf optique, avec les fibres radiales qui traversent la couche.

s. Origine des fibres radiales sur la surface externe de la Membrana limitans interna, en forme d'entonnoir ou d'ombelle. Elles traversent le

Stratum fibrarum et le Stratum cellularum cerebralium en donnant naissance à des ramifications latérales, et présentent dans le Stratum granolosum un renflement fusiforme avec un noyau.

t, t. Les fibres radiales se séparent les unes des autres sous la forme d'un épi, d'une ombelle ou d'une houppe avec des branches latérales.

u. Cavité apparente dans l'intérieur des fibres radiales.

v. Fibres radiales déliées à contours ondoyants; elles se divisent en plusieurs filaments avant de venir s'attacher à la surface interne de la Membrana intermedia, après avoir traversé le Stratum granulatum internum.

x. Membrana limitans interna.

Fig. 3. Cônes jumeaux, dont quelques-uns distinctement séparés en deux moitiés latérales.

a. Cône jumeau à gaîne pigmentaire finement plissée, avec du pigment entre les pointes. Les moitiés latérales du corps sont séparées par une double ligne droite. Les filaments dans le prolongement membraneux rectangulaire se sont recourbés.

b. Cône jumeau dont l'extrémité extérieure présente une section plane; les pointes sont tombées; les filaments sont séparés et parallèles.

c. Le corps est devenu lancéolé; les filaments sont très voisins les uns des autres.

d. Les filaments sont plus écartés dans le voisinage du corps, mais ils se rapprochent ensuite au point de se toucher.

e. Les pointes sont entourées de leur gaîne pigmentaire, qui se laisse diviser en plusieurs couches. Le corps ne présente aucune division longitudinale. Les filaments du prolongement sont contigus. L'extrémité des pointes a perdu son pigment.

f. L'extrémité extérieure est arrondie; il semble n'y avoir qu'un seul filament partant immédiatement du corps en dedans.

g. Stries longitudinales sur les pointes; le corps est sans sillon londitudinal, et il semble également n'y avoir qu'un filament simple dans le prolongement.

h. Cône à une pointe, entouré d'une gaîne pigmentaire d'où sort l'extrémité extérieure de la pointe.

Fig. 4. Cellules de pigment vues dans le sens de leur longueur.

a. Deux cellules de pigment; l'extrémité extérieure présente une section plane ou légèrement arrondie; à côté, on voit une tache plus claire. L'extrémité intérieure se divise comme un calice en plusieurs dents. Les pointes des cônes pénètrent dans le calice.

b. Cellule de pigment très régulière à trois dents. Elle est plus large que d'ordinaire, parce qu'elle s'est affaissée.

c. Cône jumeau entouré des six dents — dont quatre seulement sont visibles — de la cellule du pigment; les pointes du cône sortent librement. Le corps est devenu très large; une des dents se prolonge le long de la ligne médiane. Les filaments, dans l'intérieur du prolongement du cône, sont réunis en un seul.

d. Scissure et division de la membrane des cellules du pigment.

Fig. 5. Membrana intermedia, avec des noyaux ronds ou ovales et leurs corps de noyau, vue de face. Les noyaux forment un quinconce régulier.

Fig. 6. Le nerf optique, s'épanouissant à son entrée dans l'œil en fascicules qui, en coupe verticale, apparaissent comme de minces lamelles. On n'a représenté qu'un peu plus de la moitié du nerf. Le grossissement est de 51.

Planche II. Rétine de la grenouille.

Fig. 7. Coupe verticale de toute la rétine, passant par le milieu de l'intervalle entre l'entrée du nerf optique et l'équateur de l'œil.

a. Cellules de pigment à fond clair et noyaux des cellules. La partie restante, plus étendue, est formée d'une membrane cellulaire remplie de molécules de pigment, dont les bords sont cannelés ou comme garnis d'une bande.

b. Bâtonnets en forme de prismes à six pans, se terminant en dehors en pointe plate à six faces; leur partie extérieure plus grande plonge dans les cellules du pigment en forme de calice. Les angles des bâtonnets de droite commencent à s'émousser.

c. Partie intérieure du bâtonnet, non entourée de la cellule du pigment; elle est séparée de

la partie extérieure par une fine ligne transversale.

d. Partie intérieure du bâtonnet; elle se présente comme une cellule rectangulaire qui s'attache à la surface externe de la Membrana limitans externa, où elle est munie d'un noyau ovale avec corps de noyau.

e, e. Cône, avec une pointe qui plonge dans la cellule du pigment, et un corps cylindrique, ou peut-être un peu renflé, qui, à son extrémité extérieure, porte un petit globule. En dedans, se trouve un court prolongement par lequel le cône est attaché à la surface externe de la Membrana limitans externa, et qui est caché par les noyaux de la cellule rectangulaire des bâtonnets.

f. Membrana limitans externa, avec de petits globules à l'endroit où viennent s'attacher les prolongements des cônes.

g. Rangée de calottes correspondant aux bâtonnets, dans le Stratum granulatum. En dedans, part de chaque calotte un filament délié qui vient s'attacher à la surface externe de la Membrana intermedia.

h. Rangée de cellules ovales à gros noyau, situées dans le Stratum granulatum externum, et formant une zone plus foncée. Elles sont suspendues entre la Membrana limitans externa et la Membrana intermedia par un filament délié qui part de chacune de leurs extrémités.

i. Membrana intermedia, striée dans le sens de sa longueur.

k. Les petites cellules, ressemblant à des noyaux, qui constituent le Stratum granulatum internum.

l. Cellules accidentellement collées à une fibre radiale.

m. Stratum granulosum, avec une formation stratifiée concentrique à l'œil.

n. Stratum cellularum cerebralium, cellules à gros noyau un peu plus foncé.

o. Stratum fibrarum cerebralium provenant du nerf optique.

p, p. Fibres radiales, en apparence disposées en forme d'ombelle à leur origine en dehors de la Membrana limitans interna. Elles se dirigent au dehors en présentant, dans le Stratum granulosum et le Stratum granulatum internum, un renflement étroit fusiforme, et viennent enfin s'attacher à la surface interne de la Membrana intermedia.

q. Renflements plus prononcés des fibres radiales, lorsqu'elles se rompent.

r. Membrana limitans interna; elle est légèrement creusée en p, p, où elle recouvre la partie initiale en forme d'ombelle des fibres radiales.

Fig. 8. Cellules de pigment à l'état frais et altérées.

a. Cellule de pigment qui s'est affaissée; le noyau se montre comme un trou rond.

b. Le fond clair de la cellule émerge sous forme de vésicule, tandis que les bords ou bandes de la cellule à six faces en forme de calice convergent vers un point.

c. En dehors, on voit le fond clair du calice sans pigment, mais avec un globule huileux jaune; en dedans, la membrane cellulaire en forme de calice est divisée en plusieurs bandes et pointes.

d. Dans le fond clair du calice, on voit le noyau rond de la cellule; la partie de la cellule qui renferme du pigment et est revêtue de bandes, a pris la forme d'un sablier.

e. Fond clair régulièrement hexagone; le pigment noir du reste de la cellule a pris différentes formes.

f. Fond clair de la cellule avec un noyau; le pigment s'est accumulé dans la partie intérieure de la membrane cellulaire claire.

g. Fond de la cellule du gigment; on y voit une étoile à six rais, lesquels indiquent peut-être des cloisons dans l'intérieur de la cellule.

Fig. 9. Bâtonnets ayant subi des altérations.

a. Différence dans la substance de la partie extérieure et de la partie intérieure d'un bâtonnet; le noyau, dans la partie intérieure, qui a la forme d'une cellule rectangulaire, est devenu lancéolé.

b. Un filament délié relie la partie extérieure et la partie intérieure du bâtonnet.

c. La partie extérieure est divisée en plaques transversales; la cellule rectangulaire s'est allongée; le noyau porte un filament délié dans l'endroit où la cellule était fixée à la Membrana limitans externa.

d. Amas lenticulaire, placé en dehors dans la

partie intérieure du bâtonnet (la cellule rectangulaire), dont la membrane cellulaire est distincte à cause du double contour. Le corps du noyau y est visible ainsi que dans la plupart des autres noyaux.

e. Strie longitudinale dans la partie extérieure du bâtonnet. Le noyau est absent, et on peut voir dans l'intérieur de la cavité de la cellule rectangulaire.

f. La partie extérieure du bâtonnet est recourbée en forme d'anse. Les restes du noyau présentent un double contour.

g. La partie extérieure du bâtonnet décomposée en plaques transversales qui semblent disposées en spirale. Dans la cellule rectangulaire, on voit en dehors un amas ovale lenticulaire. Le noyau est limité par un double contour, et muni intérieurement d'un petit filament délié, reste de la membrane cellulaire.

h. La partie extérieure du bâtonnet, formée de plaques transversales régulières, est devenue plus large. On voit le contenu de la cellule rectangulaire former en dehors un amas plus grand. Le noyau ovale s'est élargi et présente un double contour.

l. Plaques transversales irrégulières de la partie extérieure du bâtonnet; le contenu de la cellule rectangulaire s'est concentré davantage en dehors; le noyau a un double contour.

k. Plaques transversales à l'extrémité de la partie extérieure du bâtonnet recourbée en crochet. La cellule rectangulaire s'est rétrécie et fendue en dedans, de sorte que le double contour de la membrane est devenu distinct; le contenu de la cellule est amassé en dehors.

Fig. 10. Altérations de la partie intérieure du bâtonnet (la cellule rectangulaire). Le contenu de la cellule se rassemble en dehors de différentes manières, celle-ci prenant le plus souvent la forme d'une cornue. Le noyau ovale se modifie également, et peut s'aplatir contre la Membrana limitans externa.

a. La membrane cellulaire est étirée extérieurement en une pointe qui touche la partie extérieure du bâtonnet.

b. Calottes correspondant à la cellule rectangulaire; elles deviennent coniques, et peuvent s'étirer tellement dans le sens de leur longueur, qu'elles se transforment en un simple filament.

c. Membrana limitans externa, avec un double contour qui est surtout distinct, lorsqu'une cellule rectangulaire s'est détachée de manière à entraîner la calotte avec elle.

d. Membrana intermedia, avec des stries concentriques à l'œil; à sa surface externe, viennent en s'épanouissant ou même en se fendant, s'attacher les filaments des cellules du Stratum granulatum externum.

e. Cellules du Stratum granulatum externum, étirées dans le sens de leur longueur, le noyau de la cellule devenant invisible, et celle-ci se transformant peu à peu en un filament plus épais, qui extérieurement est fixé à la surface interne de la Membrana limitans externa, et intérieurement à la surface externe de la Membrana intermedia.

Fig. 11. Cônes avec leurs altérations.

A. Cônes simples; quelques-uns, qui ont perdu leur pointe et leur prolongement, sont devenus sphériques ou ovales; quelques autres ont conservé ces parties, mais elles ont changé de forme.

B. Modifications plus profondes à la suite desquelles le corps est devenu plus large; l'intérieur, granulé; les pointes et les prolongements, plus déliés.

C. Cônes à deux pointes, et cône jumeau dont le cône secondaire n'a pas de globule incolore ou légèrement violet, tandis qu'on en voit un de grandeur variable, ou en forme de petit cône, à l'extrémité extérieure du corps des autres cônes.

Fig. 12. Membrana intermedia, vue de face, avec des noyaux disposés régulièrement en quinconce.

Fig. 13. Membrana limitans interna, vue de la face interne, avec des excavations planes provenant de la contraction des fibres radiales, à leur origine disposées en ombelle, qui sont fixées à la surface externe de la membrane. Conf. Pl. IV., Fig. 41, rétine de l'homme.

Fig. 14. Coupe verticale de la partie antérieure de la rétine. Conf. Pl. IV, Fig. 40, rétine de l'homme.

a. Origine, en apparence en forme d'ombelle, des fibres radiales; de cette disposition résultent des arcades dans lequelles, en

c, reposent les rares cellules cérébrales.

b. Membrana limitans interna comme double contour; les fibres radiales sont collées à sa surface externe.

Fig. 11. Coupe un peu oblique du nerf optique à son entrée dans l'œil. Deux faisceaux de fibres cérébrales sont entourés comme par un anneau d'une forte gaîne de tissu cellulaire, dont les fibres se prolongent en dehors à travers la couche des cellules cérébrales, qui apparaissent immédiatement après l'entrée du nerf optique dans l'œil. En dehors des fibres radiales en forme d'anneau, il y avait un intervalle clair qui ne renfermait qu'un petit nombre de fibres radiales.

Planche III. Rétine de la poule.

Fig. 16. Coupe verticale de toute la rétine, passant par le milieu de l'intervalle entre l'entrée du nerf optique et l'équateur de l'œil.

A. Groupe de cônes doubles; B, de cônes simples et de bâtonnets; C, de cônes doubles et de bâtonnets, avec leurs rangées de globules diversement colorés.

a. Partie extérieure plus petite du bâtonnet, dont l'extrémité en dehors présente une section plane.

b. Partie intérieure plus grande du bâtonnet, touchant la Membrana limitans externa.

c. Corps du cône simple; le prolongement n'est pas visible à l'état frais.

d. Pointe du cône simple.

e. Globule huileux jaune à l'extrémité extérieure du corps du cône.

f. Cône double. Le cône principal est plus gros et plus long que le cône secondaire. Le corps des deux cônes est muni extérieurement d'un globule huileux. Les globules huileux forment deux rangées différentes, l'une intérieure à l'autre.

g. Membrana limitans externa avec double contour.

h. Calotte dans le Stratum granulatum externum, correspondant à un cône principal. Intérieurement, il en part un filament qui vient s'attacher à la surface externe de la Membrana intermedia.

i. Calotte plus petite correspondant à un cône secondaire; il en part également à l'intérieur un filament dans lequel, en

k. est engagé un noyau ovale, qui ne s'y trouve cependant pas toujours.

l. Filament plus délié partant du bâtonnet, avec un petit noyau pointu qui y est engagé.

m. Membrana intermedia qui, en coupe, apparaît finement striée. Sur sa surface interne reposent les noyaux, qui sont régulièrement disposés et s'y enfoncent à moitié; ils sont plus gros que les noyaux du Stratum granulatum internum.

n. Stratum granulatum internum, avec de nombreux petits noyaux (cellules) qui reposent dans une fine substance intercellulaire. La couche est parcourue par les fibres radiales munies de noyaux, et est plus claire au milieu.

o. Stratum granulosum, avec des stries concentriques à l'œil. Les fibres radiales qui traversent la couche forment des stries verticales plus serrées et plus fines.

p. Stratum cellularum cerebralium, dont les cellules ont une membrane cellulaire fortement développée, et un petit noyau distinct de grosseur moyenne; les fibres radiales qui le traversent sont cachées.

q. Stratum fibrarum cerebralium; quelques fibres sont devenues variqueuses.

r. Membrana limitans interna, sous forme d'une double ligne fine et bien marquée.

s. Fibres radiales, nombreuses et déliées; les ombelles qu'elles forment à leur origine, en dehors de la Membrana limitans interna, ne sont pas distinctes.

t. Noyaux fusiformes sur les fibres radiales dans leur passage à travers le Stratum granulatum internum.

u. Substance intercellulaire finement granulée qui adhère aux fibres radiales.

Fig. 17 et 18. Cellules de pigment à l'état frais, mais altérées. La partie extérieure est incolore et a la forme d'une demi-sphère. Intérieurement, la partie colorée de la cellule est garnie de filets foncés, entre lesquels est tendue

la membrane claire de la cellule. Dans quelques cellules plongent des restes de cônes; d'autres cellules se sont affaissées et vidées.

Fig. 19. Groupes de pointes, où les filets des cellules se fendent.

Fig. 20. Altérations des bâtonnets.

a. Partie extérieure du bâtonnet, qui s'est divisée en plaques transversales. Plusieurs des autres bâtonnets présentent également cette division ou cet enroulement.

b. Partie intérieure du bâtonnet, cylindrique et membraneuse, avec un contenu finement granulé. Dans les autres bâtonnets, la membrane s'est contractée davantage, de manière que le bâtonnet devient pointu intérieurement.

c. Corps solide rectangulaire dans la pointe du bâtonnet; on le voit également dans tous les autres bâtonnets.

d. Amas oviforme du contenu de la partie membraneuse du bâtonnet, en dehors du corps rectangulaire.

e. Partie membraneuse du bâtonnet qui a conservé sa largeur primitive. comme elle vient s'attacher à la Membrana limitans externa.

f. Renflement variqueux de la partie intérieure membraneuse du bâtonnet.

Fig. 21. Altérations de la partie intérieure membraneuse du bâtonnet.

a. Partie hastiforme; dans les autres bâtonnets, la membrane s'est étirée en un filament délié, où le corps rectangulaire se maintient sans altération.

b. La partie de la membrane située en dehors du corps rectangulaire s'est également étirée en un filament délié. Un morceau de la Membrana limitans externa est resté.

Fig. 22. Cônes simples frais qui ont grossi surtout extérieurement,

a. Lentille oviforme en dedans du globule huileux.

Fig. 23. Cônes simples frais, dont la membrane a pris une forme sphérique. Sur chaque sphère, on voit un ou deux globules huileux.

Fig. 24. Cônes secondaires frais, qui sont plus courts et plus minces que les cônes principaux. Quelques-uns sont devenus plus gros extérieurement, là où se trouve un globule huileux.

a. Lentille oviforme, qui est plus petite que celle du cône principal.

Fig. 25. Cônes secondaires frais qui, de même que les cônes principaux, se sont affaissés, et se présentent comme de petits corps sphériques avec un globule huileux.

Fig. 26. Cônes doubles frais. Les cônes secondaires sont plus courts et plus minces. Les cônes principaux et secondaires se sont confondus intérieurement suivant leur longueur. Les uns et les autres sont munis extérieurement d'un globule huileux.

Fig. 27. Cônes simples durcis dans l'acide chromique.

a. Cône simple qui a conservé sa forme. En dedans de la Membrana limitans externa, qui l'entoure comme un collet, est la calotte non altérée.

b. La pointe est devenue plus longue. Dans le contenu du cône il s'est formé intérieurement une tache claire. La calotte s'est allongée.

c. Concavité d'où le globule huileux s'est échappé. En dedans de celle-ci, on voit la lentille oviforme. Le corps présente des stries longitudinales résultant de plis dans la membrane du cylindre.

d. La pointe a grossi. Extérieurement, petite lentille oviforme; intérieurement, amas plus grand. La calotte s'est allongée.

e. Lentille oviforme granulée.

f. Le contenu du corps a commencé à se séparer. La pointe s'est élargie.

g, h. La séparation est devenue plus marquée, de sorte que la partie intérieure du corps correspond au prolongement du cône chez le brochet. — La plupart des cônes sont accompagnés d'un morceau de la Membrana limitans externa.

Fig. 28. Cônes secondaires durcis dans l'acide chromique; le corps s'est aminci et a fini par devenir filiforme.

a, b. La calotte est étirée dans sa longueur, et en dedans on voit le grain prolongé du cône. La lentille oviforme est devenue concave extérieurement.

c. La lentille oviforme est remplacée par une rangée de gouttes claires.

Fig. 29. Cônes doubles durcis dans l'acide chromique.

a. Les pointes des cônes ont des stries transversales. Dans le cône principal on voit une lentille oviforme; le corps du cône secondaire s'est aminci. En dedans de la Membrana limitans externa, le cône principal est muni d'une calotte; sur le cône secondaire il n'y a qu'un grain de cône.

b. La lentille oviforme dans le cône secondaire est remplacée par une rangée de gouttes claires.

c. Concavité qui a renfermé le globule huileux, à l'extrémité extérieure du cône principal. La lentille oviforme est devenue concave extérieurement; le corps et la calotte ont conservé leur forme, tandis que le corps du cône secondaire a comme d'ordinaire pris la forme d'une cornue, que la calotte est à peine distincte et que le grain du cône s'est allongé.

d. Coupe du corps du cône principal et du cône secondaire; elle paraît généralement ovale, tandis que l'ouverture qui marque la place du globule huileux est ronde.

Fig. 30. a. Cône dont la pointe commence à se diviser.

b. Cône à deux pointes; le corps s'est divisé en deux parties, l'une extérieure plus foncée, et l'autre intérieure plus claire.

c. Cône à deux pointes, dont le corps a commencé à se diviser. La calotte est simple.

Fig. 31. Membrana intermedia, vue de face, avec des noyaux assez régulièrement disposés.

Fig. 32. Coupe verticale du nerf optique suivant le pecten; grossissement de 51. (L'œil du dindon).

a. Couche des bâtonnets et des cônes.

b. Stratum granulatum externnm.

c. Stratum granulatum internum.

d. Stratum granulosum et Stratum cellularum cerebralium.

e. Coupe des feuilles verticales que les faisceaux du nerf optique forment avant de s'épanouir.

Planche IV. Rétine de l'homme.

Fig. 33. Coupe verticale de toute la rétine, passant par le milieu de l'intervalle entre l'entrée du nerf optique et l'équateur de l'œil.

a. Bâtonnets sans ligne transversale visible, séparés les uns des autres par un intervalle.

b. Cônes simples à pointe plus foncée. Dans le corps du cône, on voit déjà à l'état frais une séparation entre le deux parties, dont l'une extérieure plus foncée, et l'autre intérieure plus claire. Cette dernière constitue le prolongement du cône.

c. Membrana limitans externa, sous forme d'une double ligne.

d. Calottes des cônes.

e. Globules du Stratum granulatnm externum; ils semblent en partie être fixés aux fibres radiales ou amoncelés entre elles. La rangée de globules la plus voisine de la Membrana limitans externa, est plus claire que les autres.

f. Filament de bâtonnet.

g. Filament de cône, partant de la calotte du cône.

h. Partie filamenteuse du Stratum granulatum externum, formée des filaments des bâtonnets et des cônes, qui reposent dans une substance claire.

i. Membrana intermedia, avee de légères stries transversales; les filaments des bâtonnets et des cônes s'épanouissent sur sa surface externe, tandis que les cellules du Stratum granulatum internum sont pressées sur sa surface interne.

k. Vaisseau qui court parallèlement à la Membrana intermedia dans le Stratum granulatum internum, et qui se distingue de la membrane par le double contour de ses parois.

l. Cellules du Stratum granulatum internum, dont quelques-unes munies de courts filaments.

m. Stratum granulosum, avec des stries verticales dues en partie aux fibres radiales qui le traversent.

n. Stratum cellularum cerebralium; grandes cellules à gros noyau, dont quelques-unes munies de rameanx filiformes.

o. Stratum fibrarum cerebralium.

p. Fibres radiales qui, à leur origine en dehors de la Membrana limitans interna, forment des arcades ou des ombelles dont les rayons convergent en dehors.

q. Membrana limitans interna sous forme d'une double ligne.

Fig. 34. Altérations des bâtonnets par le traitement par l'acide chromique.

a, a. Partie extérieure du bâtonnet avec des stries transversales. La partie intérieure peut s'étirer en un filament délié clair.

Fig. 35. Altérations des cônes simples par le traitement par l'acide chromique.

A. Corps du cône, avec son prolongement dont il se distingue nettement; le prolongement peut prendre diverses formes. Quelques pointes de cônes sont devenues plus larges en dehors, d'autres sont enroulées en spirale.

a. Prolongement du cône, dont la membrane, sur deux cônes, est limitée par un double contour.

b. Amas en forme de gouttes du contenu du corps du cône.

B. Cônes de la Macula lutea et d'autres endroits, les corps et les pointes ont une longueur et une largeur variables; le prolongement du cône manque chez la plupart.

e. Amas en forme de gouttes du contenu du corps du cône.

C. Cônes, avec un morceau de la Membrana limitans externa à laquelle ils ont été attachés; il n'y a aucune séparation distincte entre le corps du cône et son prolongement. Quelques pointes de cônes ont des stries transversales, et se sont recourbées en forme de crochet; d'autres sont devenues plus grosses et plus larges, et le contenu du corps du cône est à grains plus grossiers.

Fig. 36. Cônes simples altérés, pour montrer que le corps du cône et son prolongement sont formés d'une vésicule avec un contenu.

A. Cônes dont le prolongement est enlevé; l'ouverture du corps du cône est ronde ou ovale. La pointe des cônes est conservée.

a. Amas en forme de gouttes du contenu du corps du cône.

B. Le corps du cône et son prolongement forment ensemble une vésicule allongée ou ovale, dont on peut voir l'intérieur par une ouverture ronde ou ovale; plus le cône est gros, plus est grande aussi l'ouverture de la vésicule. Le contenu est à grains grossiers; les pointes des cônes sont tombées.

C. Cônes transformés en plaques rondes, ovales ou quelque peu angulaires et granulées.

b. Cône double.

Fig. 37. Cônes doubles altérés.

A.B Le cône secondaire est plus court et plus mince, et a généralement la forme d'une corne, avec un col long et étroit qui est plus foncé et à grains plus grossiers que le corps. Le cône secondaire s'étend plus loin en dehors que le cône principal.

C. Cônes simples à deux pointes.

Fig. 38. Coupe verticale de la partie postérieure de l'œil.

a. Calottes des cônes sur la surface interne de la Membrana limitans externa, avec les filaments qui en partent. En dedans des calottes, on trouve des globules qui appartiennent au Stratum granulatum externum.

b. Filament de cône avec rameaux latéraux, d'où les globules sont tombés.

c. Membrana intermedia. Sur sa surface externe, on trouve des restes des filaments des bâtonnets et des cônes, et, sur sa surface interne, des restes de fibres radiales.

d. Cellules du Stratum granulatum internum.

Fig. 39. Faisceau de grosses fibres cérébrales dans le nerf optique, à son entrée dans l'œil.

a. Réseau capillaire qui les entoure, avec des noyaux dans les parois des vaisseaux.

Fig. 40. Coupe verticale. Après que les fibres radiales ont entouré les faisceaux du nerf optique comme un anneau, celui-ci s'ouvre en dehors, et les fibres radiales forment des arcades ou des ombelles. Extérieurement, les fibres des ombelles se réunissent comme en une tige, pour se diriger au dehors à travers les autres couches. Conf. Pl. II, Fig. 14, rétine de la grenouille.

a. a. a. Les arcs vont chacun de leur côté, en étant collés par leur convexité à la surface externe de la Membrana limitans interna.

Fig. 41. Surface interne de la Membrana limitans interna, de la moitié postérieure de l'œil. Elle est devenue aréolaire, les intervalles entre les arcades des fibres radiales s'étant contractés par l'action de l'acide chromique. Conf. Pl. II, Fig. 12, rétine de la grenouille.

Fig. 42. Rubans et fibres de la Pia mater, qui entoure le tronc du nerf optique. Les noyaux appartiennent à une membrane extérieure à la Pia mater.

Fig. 43. Forte gaîne, formée de fibres élastiques,

autour des vaisseaux centraux. au milieu du fossé qu'entoure le bourrelet annulaire du nerf optique, à l'entrée du nerf dons l'œil; la gaîne est couverte de nombreux noyaux.

Fig. 44. Coupe verticale du nerf optique à son entrée dans l'œil.

a. Stratum granulatum externum.
b. Membrana intermedia.
c. Stratum granulatum internum.
d. Stratum cellularum cerebralium, commençant en pointe sous le nerf optique.
e. Stratum fibrarum cerebralium.

Planche V. Rétine de l'homme, suite.

Fig. 45. Coupe verticale de la Macula lutea, passant par le milieu de sa moitié supérieure ou inférieure.

a. Cônes, dont la partie extérieure du corps est séparée de la partie intérieure.
b. Membrana limitans externa, sous forme d'une double ligne.
c. Calottes des cônes dans le Stratum granulatum externum, avec les filaments de cône qui en partent.
d. Globules du Stratum granulatum externum.
e. Partie filamenteuse du Stratum granulatum externum.
f. Disposition en forme de genou et de tourbillon, et formation en apparence caverneuse des fibres; ce sont l'une et l'autre des produits artificiels.
g. Membrana intermedia.
h. Cellules du Stratum granulatum internum.
i. Stratum granulosum. Les fibres radiales forment des faisceaux qui traversent la couche en y produisant des stries verticales.
k. Stratum cellularum cerebralium, formant une puissante couche de grandes cellules à gros noyau distinct; quelques-unes sont munies de rameaux.
l. Espace entre le Stratum cellularum et le Stratum fibrarum cerebralium, rempli du tissu cellulaire qui entoure comme un anneau ou un tube les faisceaux du nerf optique.
m. Stratum fibrarum cerebralium; les faisceaux du nerf optique sont coupés transversalement, de manière à rendre visible le Lumen des fibres cérébrales. Les faisceaux sont complètement entourés du tissu cellulaire qui constitue les fibres radiales. Le tissu cellulaire s'est contracté entre chaque deux faisceaux, et la surface interne de la Membrana limitans interna est par suite devenue aréolaire. L'anneau formé par les fibres radiales s'ouvre en dehors; elles continuent leur marche et vont aboutir et finir à la surface interne de la Membrana intermedia.
n. Vaisseaux capillaires du Stratum cellularum cerebralium; les parois en sont couvertes de noyaux.

Fig. 46. Coupe verticale de la Macula lutea dans la partie la plus épaisse de sa moitié supérieure ou inférieure. Contours des fibres radiales et des cellules cérébrales; on a supprimé les filaments du nerf optique. Le dessin est une copie exacte d'après un œil d'enfant nouveau-né, dont les fibres radiales étaient extrêmement développées, et qui avait été durci dans l'acide chromique.

a, a, a, a. Membrana limitans interna, sur la surface externe de laquelle sont collées les fibres radiales. Elles entourent en forme d'anneau ou de tube les faisceaux du nerf optique; les fibres de deux faisceaux contigus forment en se rencontrant des arcades ou des ombelles, où elles continuent leur marche en ligne droite ou ondulée.
b. Les fibres radiales envoient dans les faisceaux du nerf optique de mombreux rameaux transversaux, qui les séparent en fascicules plus petits.
c. Vaisseau muni de noyaux entre le Stratum fibrarum et le Stratum cellularum cerebralium.
d. Vaisseau dans le Stratum cellularum cerebralium.

Fig. 47. Coupe verticale en dehors du milieu des moitiés de la Macula lutea, suivant la longueur des faisceaux du nerf optique.

a. Stratum granulatum internum.
b. Stratum granulosum, avec des stries verticales dues aux fibres radiales qui le traversent.
c. Stratum cellularum cerebralium.
d. Stratum fibrarum cerebralium, avec un aspect moiré.
e. Membrana limitans interna.

f. Fibres radiales dont les arcades ne sont pas visibles ici, parce que la coupe passe par le milieu de l'intervalle entre deux faisceaux du nerf optique. Elles se continuent en dehors à travers les couches ci-dessus mentionnées.

Fig. 48. Coupe verticale du Stratum granulatum externum, avec les calottes étirées des cônes et les globules de la couche suspendus ou collés aux filaments des cônes.

a. Membrana limitans externa.

Fig. 49. Coupe verticale de la Macula lutea.

a. Filaments des cônes dans le Stratum granulatum externum; ils viennent aboutir à la surface externe de la Membrana intermedia en y formant, à leur insertion, de petits triangles, dans les côtés desquels on peut les suivre.

b. Dépôt granuleux à l'insertion des filaments des cônes sur la surface externe de la Membrana intermedia.

c. Membrana intermedia; les fibres radiales viennent aboutir à sa surface interne en s'y épanouissant.

d. Vaisseau qu'on voit très souvent traverser le Stratum granulatum internum parallèlement à la Membrana intermedia, et avec lequel il ne faut pas la confondre.

e. Membrana limitans externa.

Fig. 50. Coupe verticale de la Macula lutea.

a. Corps pyriformes sur la surface externe de la Membrana intermedia; ils sont placés entre les filaments des cônes, à leur insertion sur la membrane.

b. Membrana intermedia.

c. Stratum granulatum internum.

Fig. 51. Coupe verticale de la partie filamenteuse du Stratum granulatum externum, passant par le milieu de la moitié supérieure on inférieure de la Maculea lutea. Des fibres en nombre plus ou moins grand sont réunies comme en un Plexus, donnant ainsi naissance à des poutrelles reliées entre elles par une substance intermédiaire, qui, par le durcissement dans l'acide chromique, se coagule en feuilles minces. Qu'on compare cette figure avec les Fig. 24, 25. 27, 29 et 30 de la planche III de de mon mémoire sur l'état fœtal de l'œil sous forme de Coloboma (A. Hannover, das Auge 1850, p. 97).

a. Stratum granulatum externum.

b. Stratum granulatum internum.

Planche VI. Rétine de l'homme, fin.

Fig. 52. Coupe verticale du centre de la Fovea coeca maculæ luteæ. Le manque de symétrie que nous avons déjà décrit est indiqué dans le dessin.

a. Cônes; les extrémités des pointes forment ensemble une concavité en dehors.

b. Membrana limitans externa.

c. Calottes des cônes dans le Stratum granulatum externum.

d. Globules du Stratum granulatnm externum; ils sont moins nombreux juste en dehors de la Fovea coeca.

e. Partie filamenteuse du Stratum granulatum externum, exclusivement formée de filaments de cônes. La couche est plus mince dans sa partie médiane, mais atteint sa plus grande épaisseur au milieu des moitiés supérieure et inférieure de la Macula lutea. Les filaments se dirigent en ligne droite ou oblique, ou décrivent de légères sinuosités; ils semblent aussi vouloir se contourner en forme de genou, et donner lieu à une formation caverneuse.

f. Membrana intermedia.

g. Stratum granulatum internum, dont les cellules sont mêlées avec les cellules cérébrales juste en dehors de la Fovea coeca.

h. Stratum granulosum; la couche manque juste en dehors de la Fovea coeca.

i. Stratum cellularum cerebralium.

k. Membrana limitans interna. Le nerf optique et les fibres radiales manquent dans la Fovea coeca.

Fig. 53. Deux cellules cérébrales du fond de la Fovea coeca; elles sont ramifiées et réunies par une commissure.

Fig. 54. Membrana limitans externa de la Fovea coeca, vue de la surface interne, qui est couverte de calottes de cônes.

Fig. 55. Cônes un peu en dehors de la Fovea coeca, avec leurs calottes et une partie de la Membrana limitans externa, vue de dedans.

Fig. 56. Cellules de pigment autour de l'entrée du nerf optique; leur surface interne est comme revêtue d'anneaux serrés, qui sont les gaînes courtes des bâtonnets et des cônes, et diffèrent des molécules du pigment.

a. Molécules de pigment dans une cellule rompue.

b. Epanouissement membraniforme de la surface interne d'une cellule, où les molécules du pigment sont disposées en stries.

Fig. 57. Coupe verticale d'une pointe de l'Ora serrata, avec un grossissement de 51. L'extrémité de la pointe s'est relevée, et repose librement dans la masse claire environnante; la couche des bâtonnets et des cônes manque.

a. Choroïde et pigment.

b. Couche des bâtonnets et des cônes.

c. Fibres radiales, devenues très nombreuses et formant des tunnels.

d. Cellules verticales claires recouvrant la Pars non plicata corporis ciliaris.

e. Lieu où les cellules ci-dessus touchent la couche des bâtonnets et des cônes; il n'y a pas entre elles de formes intermédiaires.

f. Masse claire sans structure ou striée sur la surface interne des mêmes cellules.

Fig. 58. Coupe verticale de la partie antérieure de la rétine près de l'Ora serrata.

a. Bâtonnets.

b. Cônes.

c. Membrana limitans externa.

d. Calottes des cônes, un peu allongées et avec des filaments qui en partent; en dedans des calottes et entre elles, reposent les globules du Stratum granulatum externum.

e. Membrana intermedia.

f. Coupe verticale d'une paroi de tunnel formée de fibres radiales, qui sont reliées entre elles par une fine substance intermédiaire, et couvertes d'un grand nombre de noyaux; en dehors, elles s'épanouissent sur la surface interne de la Membrana intermedia, qui est cependant en partie déplacée, de sorte que les fibres radiales vont jusqu'à la Membrana limitans externa.

g. Stratum granulatum internum.

h. Stratum cellularum cerebralium; les cellules cérébrales sont seulement éparses çà et là.

i. Stratum fibrarum cerebralium, formant une couche très mince.

k. Membrana limitans interna.

Fig. 59. Coupe verticale de la Pars non plicata corporis ciliaris.

a. Choroïde et pigment.

b. Couverture de cellules claires, verticales et allongées avec noyau en dehors.

c. Masse claire sans structure sur la surface interne de cette couverture.

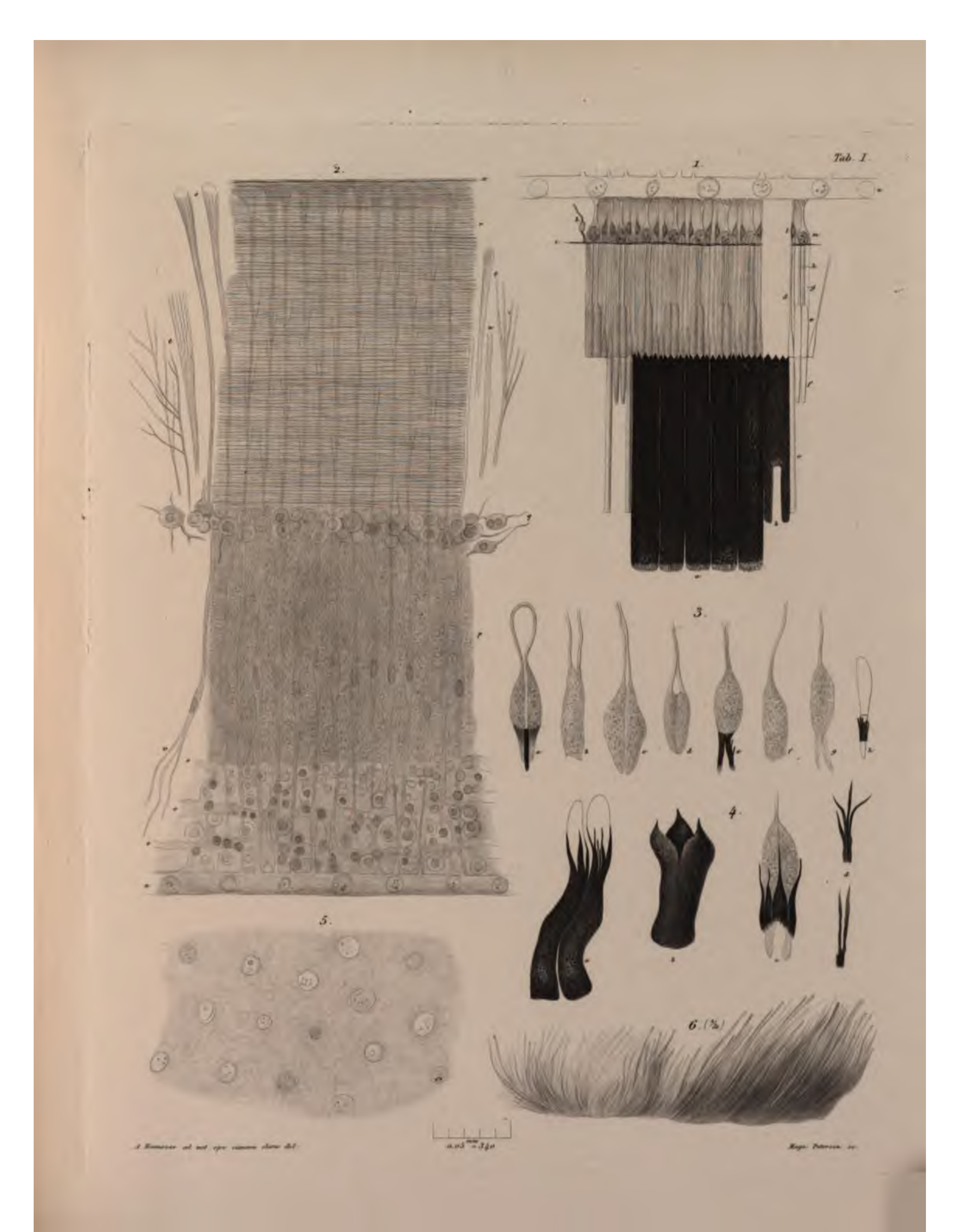
Fig. 60. Surface interne (postérieure) d'un procès ou feston de la Pars non plicata corporis ciliaris, entre deux pointes de l'Ora serrata de la rétine. Les cellules claires sont disposées en files, en partie renversées. Quelques noyaux couvrent la membrane, dont les plis lui donnent un aspect strié.

Mon mémoire était terminé dans ses parties essentielles, lorsque j'en ai donné lecture à l'Académie Royale Danoise des Sciences dans sa séance du 7 Novembre 1873.

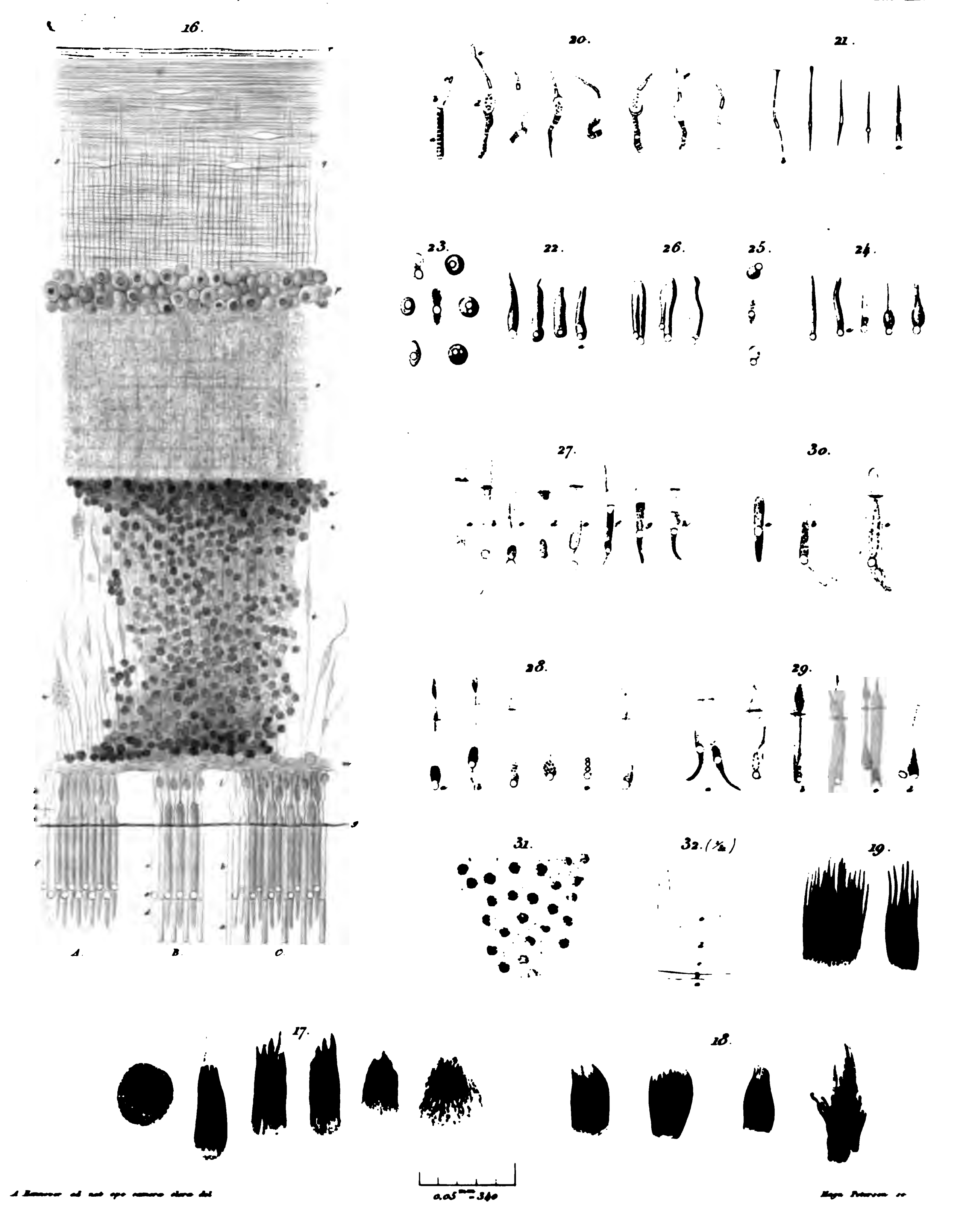
Table des matières.

ERRATA.

Page 51, ligne 21, au lieu de Fig. 37, 1, lisez Fig. 37 C.
— 53, — 1, — Fig. 36, 1, — Fig. 36 C.
— — — 13, — Fig. 35, 1, — Fig. 35 C.
— — — 19, — Fig. 35, 1, — Fig. 35 C.
— 69, — 16, — ne sont réunis que par, lisez ne sont réunis qu'à


Tab. I.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
0.05mm = 340

Tab. III.



42.

39.

40.

33.

41.

43.

44.

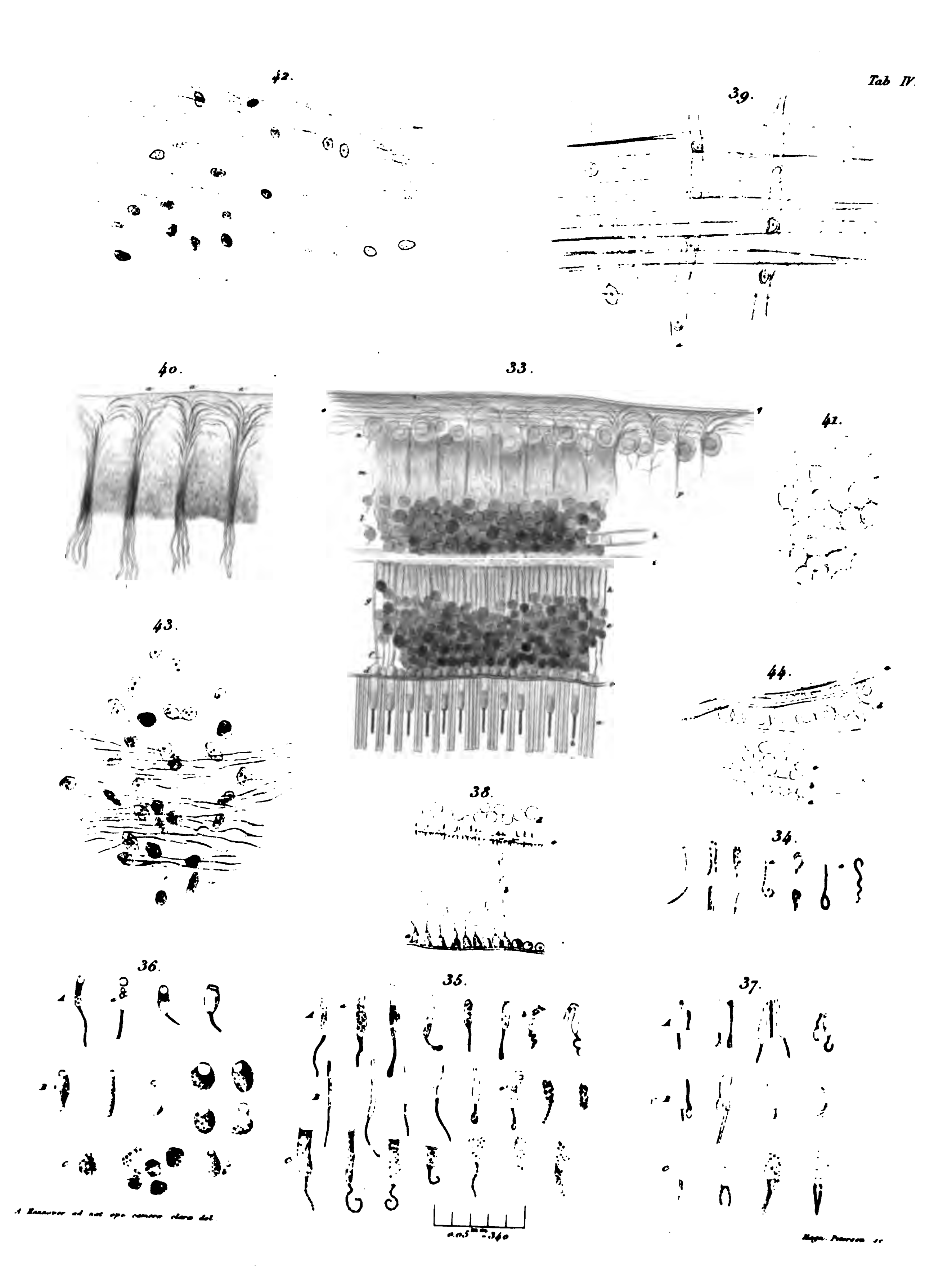
38.

34.

36.

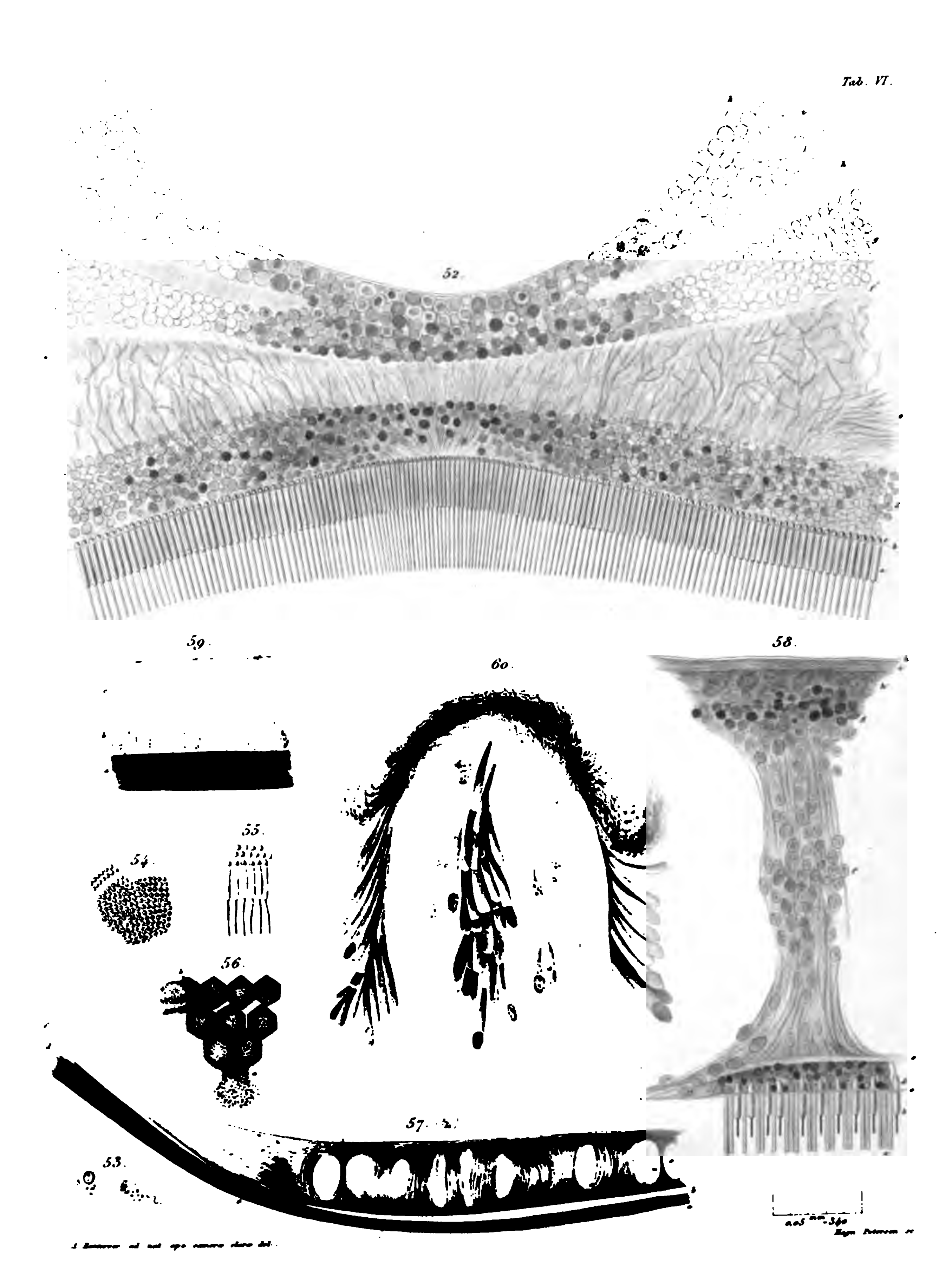
35.

37.



A Hannover ad nat ope camera clara del.

Magn. Petersen sc.


Tab. VI.
52.
59.
60.
58.
54.
55.
56.
57.
53.
0,05 mm – 340

Tab. VI.

52.

59.

60.

58.

55.

54.

56.

57. (½)

53.

0,05 mm - 340

Magn. Petersen sc.

